Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven

Herausgegeben von

H. Friedrich

Direktor des Instituts für Meeresforschung

unter Mitwirkung von

W. Höhnk

Kustos am Institut für Meeresforschung

Band VII

Heft 2

N S P
R A H
M M

1961

Kommissionsverlag Franz Leuwer, Bremen

COMMONWEALTH MYCO
5 FEB 1962

Die Algenbesiedlung der Unterweser unter Berücksichtigung ihrer Zuflüsse

(ohne die Kieselalgen)

Von Karl Behre

(Mit 11 Tafeln und 1 Karte)

Seite

Einleitung und Methodik 72

I. Die Weser

A. Allgemeines, Hydrochemie, auslesende Faktoren 74

B. Das Plankton der Weser 79

C. Das Litoral der Weser 93

1. Die Weser oberhalb des Wehres 93

2. Der Unterlauf der Weser 95

a) Besiedlung harten Substrates im Bereich des Tidenhubs 95

b) Besiedlung weichen Substrates im Bereich des Tidenhubs 97

c) Besiedlung von Schwimmkörpern 100

d) Restpfützen und Quellen in der Tidenhubzone 102

e) Metaphyton und Periphyton 103

f) Die Algengesellschaften und die natürlichen Auslesefaktoren in der Unterweser 104

D. Die Verschmutzung der Unterweser 109

II. Zuflüsse der Unterweser 123

A. Das Flußsystem Hamme-Wümme-Lesum 124

1. Die Hamme 124

2. Wümme-Lesum 131

B. Die Hunte und ihre Zuflüsse 144

C. Die Geeste 157

III. Vergleiche und Allgemeines; Verschmutzungsindikatoren 171

IV. Systematischer und autökologischer Teil 179

V. Zusammenfassung der Ergebnisse 246

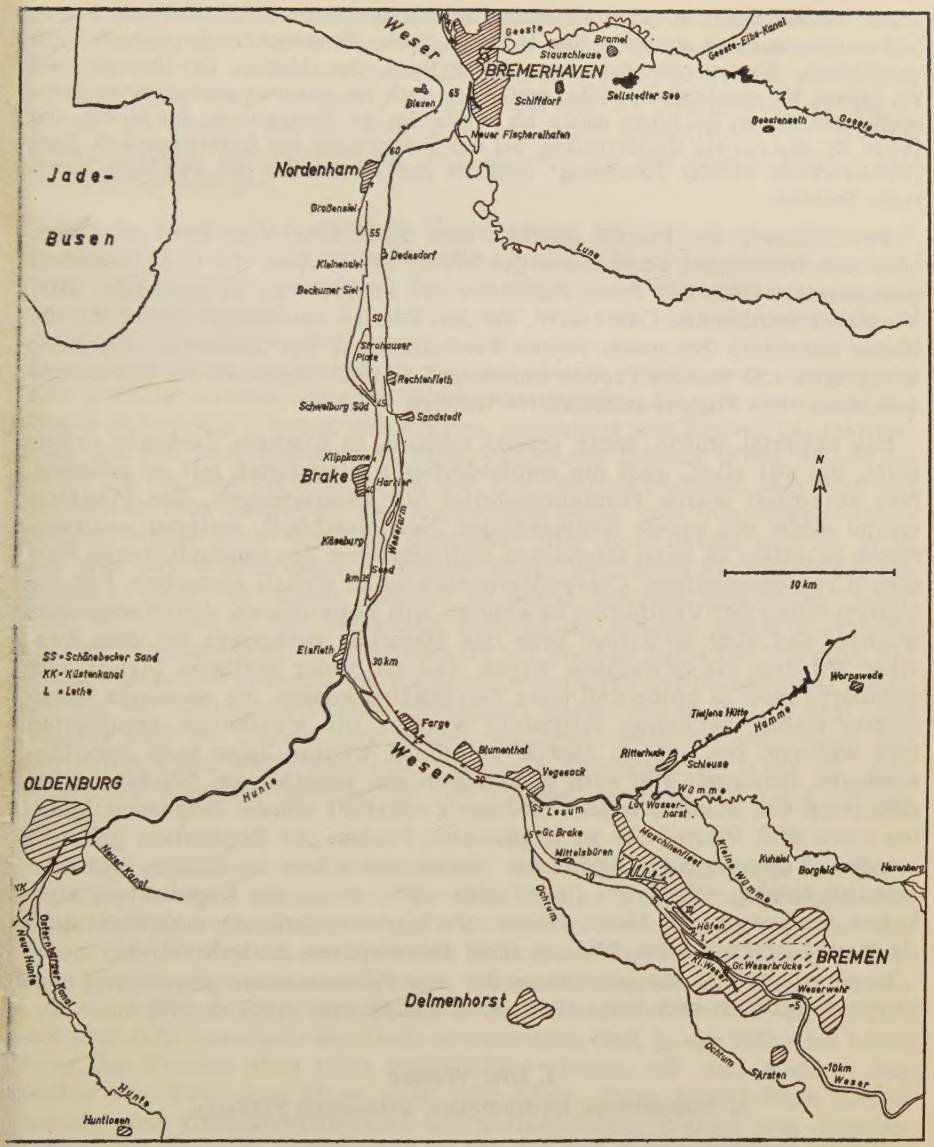
VI. Schrifttumsverzeichnis 249

Die vorliegende Arbeit war geplant als eine algologische Untersuchung, die helfen sollte, die Verschmutzungsverhältnisse des Flußsystems der Weser und ihrer Zuflüsse im Gebiet der Stadt Bremen und unterhalb davon zu klären. Sie bildet zusammen mit den diesbezüglichen Untersuchungen Hustedts über die Kieselalgen des Gebiets (Hustedt 1957 und 1959) und den Pilzuntersuchungen Höhnks (Höhnk 1956 und 1958) eine Gruppe von Arbeiten mit dem gleichen Ziel.

Sehr bald stellte es sich aber heraus, daß in den untersuchten Flüssen algologisch ganz verschiedene Verhältnisse vorlagen. In der Kleinen Wümme, dem am stärksten durch Abwässer belasteten Fluß Bremens, der aber keine Ebbe und Flut hat und auch vom Meerwasser nicht beeinflußt wird, war die Verschmutzung der stark überwiegende ökologische Faktor, so daß hier eine reine biologische Abwasserstudie vorgenommen werden konnte. Diese Untersuchungen wurden von den übrigen abgetrennt und sollen gesondert veröffentlicht werden. In der Weser selbst und in den übrigen Zuflüssen aber hatten andere Faktoren, vor allem der Tidenhub, eine viel stärkere Auslesewirkung, so daß hier eine allgemein algenökologische Untersuchung notwendig wurde, von der das Studium der Verschmutzung nur einen Teil darstellt.

Untersucht wurden die Unterweser und daneben Teile des Hamme-Wümme-Lesum-Systems, der Hunte und der Geeste. Im Mittelpunkt standen diejenigen Teile der Flüsse, die noch im Bereich des Tidenhubs liegen. Sie werden im folgenden jeweils als „Unterlauf" des betreffenden Flusses bezeichnet. Bei der Weser reicht der Unterlauf demnach bis zum Weserwehr in Bremen, das der Flut hier ein Ende setzt, bei der Hunte bis zu einigen Wehren dicht oberhalb Oldenburgs, bei der Geeste bis zur Schiffdorfer Stauschleuse, bei der Hamme bis zur Ritterhuder Schleuse und bei der Wümme bis zur Gegend von Borgfeld, wo in diesem Fluß der Tidenhub allmählich ausklingt. Um des Vergleiches willen wurden bei jedem Fluß aber auch die letzten Teile des Mittellaufes untersucht, bei denen sich also Ebbe und Flut nicht mehr bemerkbar machen. Bei der Hamme bildete das Stück oberhalb der Ritterhuder Schleuse sogar den wesentlichen Teil der Untersuchungen, da die Verhältnisse im kurzen Unterlauf des Flusses sich kaum von denen in der Lesum unterscheiden.

An Algenuntersuchungen der genannten Flüsse liegen die Arbeit von Lemmermann (1907): „Das Plankton der Weser bei Bremen" vor sowie die beiden jüngst erschienenen und oben schon genannten Arbeiten Hustedts über die Diatomeenflora (Hustedt 1957 und 1959). Nach Abschluß meiner Untersuchungen erschien noch die Arbeit von Bursche, Kühl und Mann (1959): „Beziehungen zwischen dem Chemismus und der Phytoplanktonentwicklung auf der unteren Weser". Auf die Ergebnisse dieser Arbeiten wird an den entsprechenden Stellen eingegangen werden.



Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes

Für Unterstützung in jeder Beziehung bin ich dem Institut für Meeresforschung in Bremerhaven und seinem Leiter, Herrn Professor Friedrich, zu herzlichem Dank verpflichtet. Weiter gilt mein besonderer Dank den Herren Dr. Hustedt und Dr. Höhnk für mannigfache Hilfe, vor allem auch bei unseren gemeinsamen Sammelfahrten. Herrn Dr. Koppe danke ich wieder für die Bestimmung der Moose und Herrn Dr. Bliding für Unterstützung bei der Bestimmung der Enteromorphen. Dem „Fördererkreis Bremer Forschung" muß ich danken für die mir gewährte finanzielle Beihilfe.

Das Sammeln der Proben geschah vom Schiff bzw. vom Boot oder vom Ufer aus. Untersucht wurden aus der Weser 579 Proben, die in 45 Besuchen gesammelt waren, aus ihren Zuflüssen 303 Proben von 29 Besuchen. Zum Vergleich wurden aus Gewässern, die den Flüssen benachbart waren (Große Brake unterhalb Bremens, Neuer Fischereihafen bei Bremerhaven, Lune u. a.), etwa 150 weitere Proben untersucht, so daß insgesamt die Ergebnisse von etwa 1000 Proben ausgewertet wurden.

Das Material wurde, wenn irgend möglich, in frischem Zustande untersucht, um vor allem auch die empfindlicheren Flagellaten mit zu erfassen. Nur vereinzelt wurde Formalinmaterial mit herangezogen. Das Plankton wurde meist mit einem feinmaschigen Netz geschöpft, seltener sedimentieren gelassen, da beim langsamen Sedimentieren die empfindlicheren Formen (Cryptomonadinen, Craspedomonadinen) zu schnell absterben. Für die Untersuchung der Vaucherien bewährten sich Rohkulturen, die so angesetzt wurden, daß nicht zu kleine Teile des Materials zusammen mit dem Substrat, auf dem sie gewachsen waren, und mit einer geringen Menge von Standortwasser in große und hohe Petrischalen kamen, die an einem Nordfenster meiner Wohnung aufgestellt wurden. Die Vaucherien kopulierten hier während des ganzen Jahres, manchmal wenige Tage nach dem Einsammeln, vereinzelt erst nach mehrmonatigem vegetativem Wachstum, bei dem dann das Standortwasser mehrmals erneuert wurde. Insgesamt konnten etwa drei Viertel der so angesetzten Proben zur Kopulation gebracht werden. Teratologische Bildungen waren vor allem in älteren Kulturen ziemlich häufig, die Arten ließen sich aber, wenn sie kopulierten, stets sicher bestimmen. — Nach diesem Verfahren gelang es mehrfach, auch *Anabaena*-Arten bis zur Bildung ihrer Dauersporen zu kultivieren.

In der Groß- und Kleinschreibung der von Personennamen abgeleiteten Artnamen schließe ich mich Skuja (1956, S. 8) und Hustedt (1957, S. 202) an.

I. Die Weser

A. Allgemeines, Hydrochemie, auslesende Faktoren

Für die Unterschiede in der Algenbesiedlung müssen hier vor allem vier Auslesefaktoren beachtet werden: das Substrat, der Tidenhub, der Salzgehalt und die Verschmutzung. Die Wirkung des ersten Faktors ist am einfachsten festzustellen, indem das Wasser als Substrat (beim Plankton), der feste Untergrund (Steine, Holz, höhere Pflanzen) und der weiche Unter-

grund (Schlick, Sand) eine ganz unterschiedliche Besiedlung haben. Auch die Wirkung des Tidenhubs ist sehr stark und klar zu erkennen, aber die letztlich hierbei wirkenden Einzelfaktoren sind schon nicht von vornherein zu übersehen. Recht schwierig ist die Wirkung des Salzgehaltes zu analysieren, da dieser sowohl qualitativ wie auch quantitativ sehr starken Schwankungen unterworfen ist. Wir müssen uns mit diesem Faktor ausführlich beschäftigen.

Das in Bremen ankommende Weserwasser ist kein reines Süßwasser, sondern es ist durch die mitteldeutschen Kaliabwässer des Oberlaufes mehr oder weniger stark versalzen. Zehn Analysen des Weserwassers in Bremen, die von September 1955 bis Oktober 1957 vom „Arbeitsausschuß Kaliabwässer" gemacht wurden, ergaben einen Salzgehalt von 0,719—1,314 g/l. Zwölf Messungen bei Brake, die von der gleichen Stelle etwa zur gleichen Zeit gemacht wurden, ergaben Werte von 0,590—1,241 g/l. Ganz ähnliche Werte (0,5—1,5 g/l) lassen sich für den Weserlauf von Bremen bis Nordenham aus den Diagrammen von Kühl und Mann ablesen (Kühl und Mann 1957), die die Analysenergebnisse von fünf Fahrten zwischen Mai 1954 und November 1956 darstellen. Bei Nordenham selbst sind von diesen Untersuchern einige Male um 2 g/l gefunden. Alle diese Werte sind so hoch, daß man das Weserwasser in Bremen schon nicht mehr als Süßwasser bezeichnen kann. Zu dieser Ansicht ist schon Hustedt gekommen (1957, S. 401 ff). Zudem ist der Salzgehalt dauernd im Steigen. Schon Plate gibt an, daß der Salzgehalt des Flußwassers bei Bremen durch die Wirkung der Kaliabwässer in Trockenzeiten bis zum Siebenfachen der Höchstwerte steigt, die vor der Jahrhundertwende vorhanden waren (Plate 1951, S. 513), und seitdem sind die Zahlen noch weiter gestiegen; denn der von Plate (für das Trockenjahr 1921) genannte maximale Salzgehalt ist 0,787 g/l, also wesentlich niedriger als der für das Normaljahr 1957 mit 1,314 g/l gefundene.

Die Schwankungen des Salzgehaltes, die in den Zahlen zum Ausdruck kommen, beruhen darauf, daß in verschiedenen Zeiten verschiedene und unregelmäßig wechselnde Mengen von Kaliabwässern in die Zuflüsse der Weser geleitet werden, die ihrerseits je nach der Jahreszeit und der derzeitigen Regenmenge eine verschiedene Wasserführung haben. Hinzu kommen noch die Schwankungen des Salzgehaltes durch den Tidenhub, die in Bremen und dicht unterhalb der Stadt unwesentlich sind, in der Nähe der Mündung des Flusses aber recht beträchtlich werden. Sie sind auch in den Zahlen von Kühl und Mann nicht voll erfaßt. Zwar haben diese beiden jeweils eine Untersuchungsfahrt mit auflaufendem Wasser von Bremerhaven nach Bremen und dann mit ablaufendem Wasser flußabwärts gemacht; da aber die Schiffe auf der Weser nicht mit der Geschwindigkeit der Flutwelle (26 km/h) fahren können, sind nicht die Extremwerte des Salzgehaltes erfaßt, die jeweils kurz nach Hochwasser bzw. kurz nach Niedrigwasser eintreten (vergl. Plate 1951, S. 505).

Eine Untersuchung der Salzgehaltsschwankungen während einer Tide hat PLATE unternommen (l. c. S. 503), und zwar im Trockenjahr 1947 beim Beckumer Siel (km 51,7 unterhalb Bremens). Der Salzgehalt beträgt hier in vier Proben des Oberflächenwassers im Minimum kurz nach dem Niedrigwasser 2—2,5 g/l, im Maximum kurz nach dem Hochwasser 11—11,5 g/l. Er steigt also während einer normalen Tide auf das Fünffache des Minimalwertes! Seine für diesen Ort ungewöhnliche absolute Höhe erklärt sich aus den besonderen Verhältnissen des Trockenjahres, wo eine geringe Menge eines relativ stark salzhaltigen Oberwassers (in diesem Falle 80 cbm/sek) vorhanden ist und daher das Meerwasser weiter nach oben steigt. In normalen Jahren ist hier ein Salzgehalt von der Größenordnung 1 g/l.

Im ganzen schwankt also der Salzgehalt des Weserwassers zwischen Bremen und Nordenham (km 58) von 0,5 g/l bis 1,5 g/l. Damit liegt das Gewässer im Oligohalinikum der Einteilung REMANES (REMANE und SCHLIEPER 1958, S. 6), in der HUSTEDTschen Einteilung ist es der Wohnraum seiner β-Mesohalobien (HUSTEDT 1957, S. 199). Der durchschnittliche Salzgehalt bleibt dabei auf der Strecke von Bremen bis etwa Dedesdorf (km 54) praktisch konstant. Eine durchgehende starke Erhöhung des Salzgehaltes beginnt dicht unterhalb Nordenhams in der sogenannten Sprungzone. Diese Verhältnisse wirken sich wesentlich in der Algenbesiedlung aus.

Über die Zusammensetzung des Salzes im Weserwasser geben uns die Analysen vom „Arbeitsausschuß Kaliabwässer" Auskunft. Die folgende Tabelle bringt aus ihnen von zwei Entnahmestellen die Äquivalentprozente (bezogen auf Gesamtkationen bzw. Gesamtanionen), verglichen mit denen des Meereswassers (letztere aus SCHMITZ 1956, S. 125):

	Weserwasser bei Bremen (10 Proben)	Weserwasser bei Brake (12 Proben)	Meerwasser
$Ca^{\cdot\cdot}$	20,80—36,87	20,87—35,32	3,4
$Mg^{\cdot\cdot}$	6,06—20,87	5,39—22,13	17,6
$K^{\cdot}$	2,56—3,91	2,00—3,87	1,7
$Na^{\cdot}$	41,25—63,03	41,47—61,68	77,3
HCO_3'	13,17—23,55	14,40—23,21	0,4
SO_4''	16,25—22,83	13,09—21,34	9,3
Cl'	53,62—69,83	58,33—69,90	90,3

Die vom Oberlauf kommenden Kaliabwässer bewirken, daß im Untersuchungsgebiet die Äquivalentkonzentration des $Ca^{\cdot\cdot}$ sechs- bis zehnmal, die des HCO_3'-Ions dreißig- bis sechzigmal und die des $K^{\cdot}$- wie die des SO_4''-Ions etwa zweimal so groß ist wie beim Meerwasser, während $Na^{\cdot}$ und Cl' entsprechend zurücktreten. Eine äquilibrierte Lösung liegt also nicht vor. Wenn diese Unterschiede für die Algenbesiedlung keine wesentliche

Bedeutung haben, liegt das wohl an der im Verhältnis zum Meerwasser geringen Gesamtkonzentration des Salzes. Darum finden wir im normalen Brackwasser der Geeste die gleichen Massenformen der Algen wie an den entsprechenden Standorten der Unterweser. Allerdings finden sich im Litoral der Geeste keine reinen Süßwasseralgen mehr, so daß wir für diese keine Vergleichsmöglichkeiten besitzen.

Die Zusammensetzung des Salzes im Weserwasser bei Brake ist gegenüber der in Bremen kaum verschieden. Das Meerwasser macht sich hier noch nicht bemerkbar. Nach Kühl und Mann (1957, S. 40) ist der Salzgehalt des Weserwassers „oberhalb Nordenhams nicht auf einen Salzwassereinfluß von See her, sondern auf eine Versalzung von oberhalb Bremens zurückzuführen". Doch gilt das nach Plate (1951, S. 513) nur für normale Verhältnisse, während vereinzelt sich der Einfluß des Meerwassers bis Käseburg (km 36) bemerkbar macht. Ähnliches deuten die Berechnungen von Hustedt an (1959, S. 133), nach denen der relative Gehalt an Natrium gegenüber dem an den anderen Kationen bei Brake ein klein wenig höher als in Bremen ist. — Bemerkenswert ist noch, daß nach den Untersuchungen von Röbke (1957, S. 108) das Verhältnis $Mg^{\cdot\cdot}$ zu $Ca^{\cdot\cdot}$ etwa zwischen der Nordspitze der Strohauser Plate und Großensiel (km 51 und km 57) den Wert 1 übersteigt, was als Übergang des limnischen Wassers zum marinen Wasser angesehen wird.

Für weitere chemische Daten verweise ich auf die Arbeiten von Hustedt (1957, S. 399 ff) und Kühl und Mann (1957, S. 42). — Der Sauerstoffgehalt des Weserwassers an der Oberfläche hat in Bremen ein Maximum von (65—)79—125 % der Sättigung und nimmt durch die Aufarbeitung der Abwässer bis Bremerhaven auf 54—78 % ab; in der Außenweser steigt er wieder an.

Die Sichttiefe des Weserwassers ist gering. Vier Messungen mit der Sichtscheibe in Bremen vom Anleger neben der Großen Weserbrücke aus in den Monaten Januar, März, Mai und Juni ergaben 56 cm, 68 cm, 80 cm, 70 cm. Eine Messung vom Anleger in Mittelsbüren im Juli 1958 hatte 70 cm, zwei solche vom Anleger in Vegesack aus im Oktober 1958 und Dezember 1959 ergaben 104 bzw. 65 cm. Die Ursache dieser geringen Sichttiefe ist nicht so sehr die Verschmutzung des Weserwassers wie sein deutlich ausgeprägter mooriger Charakter. Eine Messung oberhalb des Weserwehres an der Ostspitze der Wehrinsel, also flußaufwärts der durch die Stadt verursachten Verschmutzung, im Juli 1958 brachte auch nur 75 cm.

Der letzte der vier für die Algenbesiedlung genannten Auslesefaktoren war die Verschmutzung. Sie hat in Bremen vor allem drei Quellen: das Hafengebiet, die Industrieabwässer und die Haushaltsabwässer. Der Hauptteil der Industrieabwässer kommt in den verschiedensten Teilen der Stadt von den Werken aus direkt in die Weser, die Häfen liegen etwas unterhalb des Stadtkernes, die Haushaltsabwässer schließlich werden gesammelt und zusammen mit dem Rest der Industrieabwässer und den Ab-

wässern der Stadt Delmenhorst bei Mittelsbüren (km 12), noch etwas flußabwärts des Hafengebietes, in die Weser geleitet. Hier kommen täglich bis etwa 150 000 cbm Abwässer ins Weserwasser. Das beträgt bei einer durchschnittlichen Oberwassermenge von 300 cbm/sek weniger als 1 % des Oberwassers. In Trockenzeiten kann dieser Wert aber etwa auf das Vierfache steigen. Die Einleitung der Abwässer geschieht unterhalb des Niedrigwasserspiegels, so daß zunächst nur die tiefer gelegenen Wasserschichten von der Verschmutzung betroffen werden.

Diese vier wichtigen Auslesefaktoren: das Substrat, der Tidenhub, der Salzgehalt und die Verschmutzung treten nun stets zusammen und mit ihren verschiedenen Abstufungen in mannigfaltigen Kombinationen untereinander auf. Um die Zahl dieser Kombinationen noch zu erhöhen und so durch Vergleichen die Schwankungen der einzelnen Faktoren in ihrer Wirkung möglichst isoliert betrachten zu können, wurden verschiedene benachbarte Gewässer und Gewässerteile mit anderen Verhältnissen als die Unterweser in die Untersuchung einbezogen, so die Weser oberhalb des Wehres bis Arsten (etwa 4 km), die größeren Zuflüsse der Unterweser, die Wiesengräben des Harrier Sandes und einige stehende Gewässer in der Nähe der Weser: die Große Brake, ein flaches Wiesengewässer unmittelbar hinter dem Weserdeich bei km 13 mit Süßwasser, das nach einer Untersuchung des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven keine akute Verschmutzung zeigt (pH 7,2, Cl' 53 mg/l, NO_2' nil, PO_4'''/P 35 γ/l), und der Neue Fischereihafen bei Bremerhaven, ein Schleusenhafen, der Brackwasser enthält und akute Verschmutzung hat (pH 7,2, Cl' 3741 mg/l, NO_2' 85 γ/l, PO_4'''/P 114 γ/l). Die Bearbeitung der beiden letzten Gewässer soll an anderer Stelle veröffentlicht werden, die Ergebnisse werden aber hier zum Teil mit herangezogen.

Auf diese Weise gelang es, die folgenden Kombinationen neben der Unterweser auszuwerten:

A. Orte ohne Tidenhub
   1. mit geringem Salzgehalt und
      a) keiner oder geringerer Verschmutzung: Große Brake, Weser oberhalb des Wehres, Restpfützen im Überlaufgebiet der Wümme oberhalb Kuhsiel,
      b) stärkerer Verschmutzung: Restpfützen der Wümme unterhalb Kuhsiel, Kleine Wümme;
   2. mit höherem Salzgehalt und
      a) geringerer Verschmutzung: keine Gewässer,
      b) stärkerer Verschmutzung: Neuer Fischereihafen bei Bremerhaven.

B. Orte mit Tidenhub
   1. mit geringerem Salzgehalt und
      a) keiner oder geringerer Verschmutzung: Wümme flußaufwärts von Kuhsiel,

b) stärkerer Verschmutzung: Kleine Weser in Bremen, Hunte in Oldenburg, Wümme unterhalb Kuhsiel;

2. mit höherem Salzgehalt und

a) keiner oder geringerer Verschmutzung: keine Gewässer,

b) stärkerer Verschmutzung: Geeste in Bremerhaven.

Um die Zusammenstellung nicht zu unübersichtlich zu machen, ist das Substrat als Auslesefaktor darin nicht berücksichtigt, fast in jedem der aufgezählten Gewässer sind aber alle drei genannten Formen des Substrates vorhanden.

Als sehr wesentlich erwies es sich, daß auch in der Tidenhubzone der Weser und ihrer Zuflüsse selbst sich zahlreiche Stellen fanden, deren Besiedlung den Wirkungen des Tidenhubs entzogen war. Es waren dies Bojen, schwimmende Anleger, Fährschiffe, Quellen in der Tidenhubzone und schließlich Restpfützen, die sich vor allem in den Sielmündungen unterhalb der Schleusen in der Tidenhubzone regelmäßig fanden. Die Restpfützen der Siele hatten dabei in der Regel stärker verschmutztes Wasser, während Quellen bei Niedrigwasser reines Wasser führen. — Alle diese Stellen wurden, soweit möglich, bevorzugt untersucht, um so durch Vergleichen ein Bild von der Wirkung der einzelnen Umweltfaktoren wie vor allem auch von der Autökologie der einzelnen Arten zu gewinnen.

B. Das Plankton der Weser

Von Mai 1955 bis Juni 1958 wurden insgesamt 67 Planktonproben untersucht, die bei 20 Besuchen gesammelt waren. Neun der Proben stammen von oberhalb des Weserwehres, vier aus dem Stadtgebiet und die übrigen in etwa gleichmäßiger Verteilung aus dem Flußlauf unterhalb Bremens bis zur Geestemündung. Die Entnahme der Proben geschah oft vom Ufer und zwar dann möglichst von den Anlegern für die Schiffe aus. Anderseits wurden in fünf zum Teil mehrtägigen Fahrten mit dem Forschungskutter des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven jeweils Reihen von Planktonproben aus der Mitte des Flusses geschöpft. Da ursprünglich nicht an eine systematische Untersuchung des Planktons gedacht war, sind die Proben in zeitlich ziemlich unregelmäßigen Abständen entnommen. Sie häufen sich bei den Reihenuntersuchungen im Frühling und Sommer und liegen seltener im Winter. Doch sind in jedem Monat des Jahres außer im Februar Proben gesammelt.

Ich bringe zunächst eine Zusammenstellung der im Plankton gefundenen Formen. Bei jeder Form ist die Häufigkeit angegeben in der bekannten Weise mit Zahlen von 1 bis 5 nach steigender Häufigkeit, wobei Funde bis zu fünf Exemplaren durch ein + bezeichnet wurden, Einzelfunde durch ein e. Anschließend und vom ersten durch ein Komma getrennt, ist die Beständigkeit genannt. Sie gibt in Stufen von 1 bis 5 an, in wieviel Prozent der verschiedenen Besuche die einzelnen Formen gefunden wurden. Beständigkeits-

grad 1 bedeutet, daß die Form in >0—20 % aller Besuche im Plankton gefunden wurde, Beständigkeitsgrad 2 bezeichnet >20—40 % usw. Die Angaben sind also gemacht ohne Rücksicht auf die Häufigkeit und auf die Zahl der Proben, in denen die betreffende Form während eines bestimmten Besuches gefunden wurde. Auch Besuche an zwei aufeinanderfolgenden Tagen (etwa im Rahmen einer größeren Sammelfahrt) wurden als ein Besuch gewertet. Wenn eine Form nur in einem Besuch gefunden wurde, aber dabei eventuell auch in verschiedenen Proben von mehreren Stellen, so wurde dies durch ein e gekennzeichnet.

Über die Notwendigkeit, die Beständigkeit beim Plankton anzugeben, vergleiche man meine früheren Ausführungen (Behre 1956). Die Beständigkeit ist das zeitliche Gegenstück zur Stetigkeit der Pflanzensoziologie. Während diese als räumliche Stetigkeit die Häufigkeit des Auftretens einer Art in den verschiedenen Beständen einer Pflanzengesellschaft angibt, sagt die Beständigkeit als zeitliche Stetigkeit etwas aus über die Häufigkeit des Auftretens einer Art im gleichen Gewässer (bzw. bei stark gegliederten oder sehr großen Gewässern am gleichen Ort eines Gewässers), aber zu verschiedenen Zeiten.

Ein L hinter den Zahlenangaben gibt an, daß die betreffende Form (unter dem gleichen oder einem anderen Namen) auch von Lemmermann im Weserplankton gefunden wurde. Es wurden auch Arten mit genannt, die wohl von Lemmermann, nicht aber von mir gesehen wurden, doch sind die Ergebnisse Lemmermanns nicht vollständig aufgeführt.

Bacteriophyta

Leptothrix discophora	1—2,1	*Aphanocapsa elachista v. planctonica*	1 ,1
L. ochracea	+ ,1	*A. Roeseana*	+ ,1
Crenothrix fusca	+ ,1	*Aphanothece clathrata*	1 ,e
Cladothrix dichotoma	2—3,3	*A. nidulans*	+ ,e
Sphaerotilus natans	1 ,e	*Chroococcus limneticus*	1—2,3 L
Zoogloea ramigera	+ ,1	*Chr. turgidus*	+ ,1
Beggiatoa alba	+ ,1	*Gomphosphaeria aponina*	+ ,e
B. leptomitiformis	1 ,2	*G. lacustris*	2 ,2
B. minima	+ ,e	*Coelosphaerium aerugineum*	1 ,2
Thiothrix nivea	1 ,e	*C. Kützingianum*	1 ,2
		C. Naegelianum	+ ,1
Cyanophyta		*Merismopedia punctata*	1 ,1
Microcystis aeruginosa	+ ,1 L	*M. tenuissima*	e ,e L
M. flos-aquae	1 ,2	*Eucapsis alpina v. minor*	e ,e
M. holsatica	1 ,2	*Anabaena spiroides*	1 ,1
M. incerta	1 ,1	*Oscillatoria Agardhii*	0 ,0 L
M. pulverea	1—2,3	*O. chalybea*	1 ,e
M. stagnalis	1 ,1	*O. curviceps*	2 ,2
M. — v. pulchra	1 ,1		
M. viridis	+ ,e		

O. formosa	1 ,1	
O. limosa	1 ,2	
O. tenuis	1 ,1	L
Phormidium autumnale	1 ,1	
Lyngbya aerugineo-coerulea	+ ,e	
Zooflagellata		
Mastigamoeba invertens	1 ,e	
Oicomonas termo	1—2,1	
Bicoeca Kepneri	1—2,1	
Monas mediovacuolata v. facilis	1 ,e	
Bodo uncinatus	1 ,e	
B. globosus	+ ,e	
Trepomonas agilis	1 ,e	
Hexamitus inflatus	1—2,e	
Urophagus rostratus	2 ,e	
Chrysophyceae		
Monosiga ovata	1—2,1	
Codonosiga botrytis	2 ,2	
C. umbellata	1 ,1	
Salpingoeca gracilis	+ ,e	
S. vaginicola	1 ,e	
Codonosigopsis Robini	1 ,1	
Heterochromonas vulgaris	1 ,e	
Anthophysa vegetans	2—3,3	L
Chromulina sp.	+ ,e	
Chrysococcus sp.	+ ,e	
Mallomonas sp.	1 ,1	
S. Petersenii	2—3,3	
S. sphagnicola	1 ,1	
Uroglena americana	e ,e	
Dinobryon divergens	1 ,2	L
D. sertularis	e ,e	
Heterocontae		
Heterothrix sp.	1 ,e	
Tribonema aequale	1 ,1	
Tr. ambiguum	1 ,1	
Tr. minus	1 ,e	
Tr. subtilissima	+ ,e	
Tr. viride	+ ,1	
Tr. vulgare	2 ,2	
Cryptophyceae		
Chroomonas Nordstedtii	1 ,2	
Cryptomonas erosa	+ ,1	L
Cr. ovata	2 ,1	L
Cr. pyrenoidifera	+ ,e	
Cr. rostratiformis	+ ,1	
Cyathomonas truncata	1 ,1	
Dinophyceae		
Gymnodinium aeruginosum	e ,e	
G. sp.	1 ,1	
Peridinium sp.	1 ,1	
Ceratium fusus	+ ,e	
C. tripos	+ ,e	
C. hirundinella	+ ,e	
Euglenophyta		
Euglena acus	+ ,1	
Eu. intermedia	1 ,2	
Eu. limnophila	+ ,1	L
Eu. obtusa	1 ,1	
Eu. sociabilis	+ ,1	
Eu. spirogyra	e ,e	
Eu. tripteris	e ,e	
Eu. viridis	1—2,2	L
Lepocinclis ovum	e ,e	
Phacus acuminatus	e ,e	
Ph. caudatus	+ ,e	
Ph. circumflexus	e ,e	
Ph. pleuronectes	+ ,1	L
Ph. rudicula	e ,e	
Ph. tortus	+ ,e	
Trachelomonas hispida	+ ,1	
Tr. volvocina	1 ,1	L
Tr. zorensis	+ ,1	
Astasia sp.	1 ,e	
Peranema granuliferum	+ ,1	
P. inflexum	+ ,1	
P. pleururum	+ ,1	
P. trichophorum	1 ,2	
Urceolus sabulosus	+ ,1	
Petalomonas abscissa v. convergens	+ ,e	
P. involuta	1—2,e	
P. mediocanellata	+ ,e	
P. — v. disomata	1 ,e	
P. Steinii	+ ,1	

Heteronema abruptum 1 ,1
H. acus + ,1
H. leptosomum e ,e
Notosolenus obliquus + ,e
Anisonema marinum e ,e
A. ovale + ,e
A. prosgebium 1—2,1
Entosiphon obliquum + ,e
E. ovatum + ,e
E. sulcatum + ,e
Pseudamoeba planktonica 3 ,3

Volvocineae

Collodictyon triciliatum 2 ,1
Chlamydomonas Aalesundensis e ,e
Chl. cingulata 1 ,2 L
Chl. incerta + ,e
Chl. pertusa e ,e L
Chl. Pertyi + ,e
Chl. striata e ,e
Pteromonas angulosa e ,e L
Gonium pectorale 1 ,2 L
Pandorina morum 1—2,2 L
P. Smithii + ,e
Eudorina charkowiensis e ,e
Eu. elegans 2—3,3 L
Eu. illinoisensis 1 ,1
Volvox aureus 1—2,e

Tetrasporineae

Gloeococcus Schröteri 1 ,e L

Chlorococcineae

Characium limneticum 1 ,1 L
Pediastrum biradiatum 1 ,1
P. Boryanum 2—3,5 L
P. duplex 2—3,3 L
P. gracillimum + ,1
P. integrum 1 ,1
P. Kawraiskyi 1 ,2 L
P. tetras 1 ,1 L
Micractinium pusillum 2 ,3 L
Chodatella Droescheri 1 ,1
Ch. quadriseta e ,e L
Ch. subsalsa + ,e
Oocystis Borgei 1 ,1
O. Marssonii 2 ,1 L
O. parva 2 ,1
O. submarina 1 ,1
Kirchneriella contorta + ,e
K. obesa + ,1 L
Tetraëdron caudatum v. *incisum* e ,e
T. minimum v. *scrobiculatum* + ,1 L
T. trigonum + ,e
T. — v. gracile + ,e
Botryococcus Braunii e ,e
Dictyosphaerium Ehrenbergianum + ,e L
D. pulchellum 2—3,3 L
Westella botryoides 1 ,e
Scenedesmus acutus 1 ,1
Sc. arcuatus 1 ,e L
Sc. — v. capitatus e ,e
Sc. armatus 1—2,2 L
Sc. Bernardi 1 ,e
Sc. bicaudatus + ,1
Sc. brasiliensis 1 ,1 L
Sc. brevispina + ,1
Sc. carinatus 1 ,e
Sc. crassus 1—2,3
Sc. denticulatus v. *linearis* + ,e
Sc. dimorphus 2—3,3 L
Sc. dispar e ,e
Sc. ecornis 1 ,1 L
Sc. —v. disciformis + ,1
Sc. ellipsoideus 1 ,1
Sc. falcatus 2 ,2 L
Sc. intermedius 1 ,e
Sc. longispina 1—2,1
Sc. maximum + ,e
Sc. Naegelii e ,e
Sc. nanus + ,e
Sc. opoliensis 1—2,2 L
Sc. platydiscus + ,e
Sc. —v. alternans + ,e
Sc. quadricauda 3 ,4 L
Sc. quadrispina + ,e

Sc. Smithii	+	,e	
Sc. spinosus	+	,1	
Sc. tenuispina	+	,1	
Sc. Westii	+	,e	
Crucigenia rectangularis	+	,e	L
Cr. triangularis	1	,1	
Cr. sp.	+	,e	
Tetrastrum apiculatum	1	,e	L
T. staurogeniaeforme	1	,1	L
Coelastrum cambricum	+	,e	
C. microporum	1—2,1		L
C. proboscideum	+	,1	
Actinastrum Hantzschii	3	,2	L
Selenastrum Bibraianum	+	,e	
Ankistrodesmus acicularis	1	,1	
A. falcatus	+	,e	L
A. —v. mirabilis	2	,2	
Ulotrichineae			
Ulothrix pseudoflacca	+	,1	
Ul. tenerrima	1	,1	
Desmidiales			
Closterium acerosum	0	,0	L
Cl. aciculare	+	,1	
Cl. acutum	e	,e	
Cl. cornu	0	,0	L
Cl. Dianae	0	,0	L
Cl. Ehrenbergianum	+	,1	
Cl. —v. Malinvernianum	e	,e	
Cl. gracile	0	,0	L
Cl. Kützingii	e	,e	
Cl. littorale	+	,1	
Cl. lunula	0	,0	L
Cl. malinvernianiforme	+	,1	
Cl. moniliferum	1	,2	
Cl. praelongum v. *brevius*	1	,1	
Cl. Pritchardianum	1—2,2		
Cl. pronum	1	,1	
Cosmarium bioculatum	+	,e	
C. sp.	1	,1	
Staurastrum chaetoceras	+	,e	
St. paradoxum	1	,1	L
St. pseudopelagicum	+	,1	
St. tetracerum	e	,e	
St. sp.	+	,1	

Die Zusammenstellung umfaßt insgesamt (aber ohne die Arten, die nur von LEMMERMANN gefunden sind) 222 Arten in 230 Formen. Bei der Auswertung ist zu berücksichtigen, daß die Massenformen im Weserplankton — im Gegensatz zum Litoral — von den Kieselalgen gestellt werden, während alle anderen Algengruppen diesen gegenüber zurücktreten. Aber auch dann noch fällt die geringe Häufigkeit und vor allem die sehr geringe Beständigkeit der meisten Arten auf. Eine Übersicht über die Beständigkeit der einzelnen Formen ergibt:

Beständigkeitsstufe	Zahl der gefundenen Formen	Prozentsatz	Vertreter
5	1	0,4 %	*Pediastrum Boryanum*
4	1	0,4 %	*Scenedesmus quadricauda*
3	12	5,2 %	
2	27	11,7 %	
1	189	82,2 %	

Die Arten mit der Beständigkeitsstufe 3 sind: *Cladothrix dichotoma* (Gesamthäufigkeit 2—3), *Microcystis pulverea* (1—2), *Chroococcus limneticus* (1—2), *Synura Petersenii* (2—3), *Anthophysa vegetans* (2—3), *Pseudamoeba planktonica* (3), *Eudorina elegans* (2—3), *Pediastrum duplex* (2—3), *Micractinium*

pusillum (2), *Dictyosphaerium pulchellum* (2—3), *Scenedesmus crassus* (1—2), *Sc. dimorphus* (1—2). — Von der Gruppe mit der Beständigkeit 1 sind 99 Formen, also 43 % der Gesamtfunde nur bei einem einzigen der 20 Besuche festgestellt worden.

Diese auf den ersten Blick überraschenden Ergebnisse entsprechen aber den Verhältnissen eines Flußplanktons. Die große Artenzahl wie die teilweise geringe Häufigkeit und vor allem die geringe Beständigkeit der einzelnen Arten erklären sich dadurch, daß das Flußplankton zusammengewürfelt ist aus den verschiedenen Planktongesellschaften der Zuflüsse und der Seen des Einzugsgebietes des Flusses. (Vergl. Gessner 1955, S. 464 ff). Das trifft auch für das Weserplankton zu. Trotzdem ist es ökologisch recht einheitlich, und zwar ausgesprochen eutraphent. Das erkennt man an den Massenformen der Kieselalgen, an den hohen Artenzahlen der Chroococcales und der Chlorococcales, besonders der Pediastren und der Scenedesmen, vor allem auch an der hohen Stetigkeit von *Pediastrum Boryanum* und *Scenedesmus quadricauda,* diesen beiden eutraphenten Formen par excellence, die als einzige die Stetigkeitsstufen 4 und 5 erreicht haben. Das zeigt auch das Auftreten der ausgesprochen eutraphenten Desmidiaceen bei fast völligem Fehlen der zahlreichen anderen Vertreter dieser Gruppe.

Diese Einheitlichkeit des Planktons ist dadurch zu erklären, daß die beiden Seen des Einzugsgebietes der Weser (Steinhuder Meer und Dümmer) ausgesprochen eutroph sind, und daß vor allem die Zuflüsse der Weser wie die Weser selbst zum größten Teil durch landwirtschaftlich voll genutzte Gebiete mit nährstoffreichem und gut gedüngtem Boden fließen. Sie führen der Weser eutrophes Wasser mit eutraphenten Formen zu, wenn diese untereinander, entsprechend den besonderen Verhältnissen der Gewässer, auch recht verschieden sein können. Diese Unterschiede, die zum Teil in verschiedenen Entwicklungszeiten der einzelnen Arten in den verschiedenen Ursprungsgewässern ihre Ursache haben, bewirken nun das Schwanken im Auftreten dieser Arten. — Im Gegensatz zu den Seen unseres Heimatgebietes, bei denen die eutrophen — anders als die übrigen Seen — ein verhältnismäßig beständiges Plankton haben (Vergl. Behre 1956, S. 230 u. S. 285), ist also das Plankton des stark eutrophen Weserflusses ausgesprochen unbeständig. Das ist ein Ergebnis, das sich für das Plankton der Flüsse vielleicht verallgemeinern läßt.

In einem Punkt weicht das Plankton der Unterweser allerdings etwas ab von dem, was Gessner über das Plankton der Flüsse sagt. Es ist zwar bunt zusammengewürfelt, aber es ist doch ein Gemisch verschiedener Planktongemeinschaften und nicht wie das von Gessner als Beispiel zitierte Plankton der Loire „ein buntes Durcheinander von freien Formen des Pelagials, des Litorals und ebenfalls in das freie Wasser gespülten Benthosformen" (l. c. S. 464). Obwohl ich bis auf einige wenige losgerissene Stücke des makrophytischen Uferbewuchses in meiner Liste alles angegeben habe, was ich im Plankton fand, enthält diese doch in erster Linie planktische Formen.

Ich verzichte auf eine zahlenmäßige Gegenüberstellung, da vor allem bei den Flagellaten doch viele Grenzfälle oder Zweifelsfälle vorliegen, aber die oben zusammengestellten Formen höherer Beständigkeit sind fast ausnahmslos ausgesprochene Plankter, während allerdings unter den selteneren und weniger beständigen in einigen systematischen Gruppen sich auch Nichtplankter in größerer Zahl finden. — Daß die nichtplanktischen Formen hier — im Gegensatz zur Loire — zurücktreten, mag darin begründet sein, daß die Algenbesiedlung in der Tidenhubzone der Weser nur wenige dort beheimatete Arten enthält (Vergl. S. 105) und daß die Litoralformen, die von oberhalb Bremen kommen, sich nicht lange genug im freien Wasser schwebend halten können. Anderseits spielt aber auch die große Wassermenge des Flusses eine Rolle, denn in den untersuchten Zuflüssen der Weser finden sich im Plankton relativ mehr Litoralformen als in dieser selbst.

Wie schon gesagt, entstammen die Planktonproben aus dem gesamten Lauf der Weser von oberhalb Bremen bis Bremerhaven. Trotzdem handelt es sich hier, von einigen ganz wenigen später zu besprechenden und nur im auflaufenden Tiefenwasser der Mündung gefundenen Formen abgesehen, um ein reines Süßwasserplankton. Das ist ein Gegensatz zu den Ergebnissen Hustedts über die Kieselalgen. (Hustedt 1957, S. 412). Den Kieselalgen ist es gelungen, in dem periodisch vorwärts- und rückwärtsflutenden Wasser der Tidenhubzone, das erst im Laufe einer längeren Zeit bis ins Meer gelangt, auch im Plankton halophile und mesohalobe Formen zu entwickeln, die sich dem jeweiligen Salzgehalt des Brackwassers anpassen. Diese Arten bilden nun die Massenformen, die das Weserplankton im Unterlauf des Flusses beherrschen. Demgegenüber sind die Nichtkieselalgen des Planktons Süßwasseralgen, die mit dem Oberwasser der Weser flußabwärts kommen oder der Weser durch ihre Zuflüsse zugeführt werden und sich nun entsprechend ihrer größeren oder geringeren Toleranz dem Salzwasser gegenüber in der Unterweser längere oder kürzere Zeit behaupten, zum Teil sich auch vermehren (Vermehrungsstadien sah ich vor allem bei *Eudorina, Oocystis, Actinastrum, Coelastrum* und *Pediastrum),* aber mit zunehmender Konzentration des Brackwassers allmählich zugrunde gehen. Sie sind in der ganzen Unterweser gegenüber den Kieselalgen stark in der Minderzahl.

Um Unterschiede in der Zusammensetzung des Weserplanktons in den verschiedenen Teilen der Flußstrecke zwischen Bremen und Bremerhaven aufzufinden, wurden mehrere Reihenuntersuchungen durchgeführt. In einer Voruntersuchung im Sommer 1956 wurden sieben Planktonproben aus der Weser untersucht und dabei festgestellt, daß die in den einzelnen Proben gefundenen Artenzahlen sanken von einem Maximum oberhalb Bremens bis auf die Hälfte in und unterhalb dieser Stadt und dann etwa konstant blieben, bis sie beim Beginn der Sprungzone, etwa gegenüber der Lunemündung, plötzlich stark weiter absanken. Darauf wurden im April und im Juli 1957 zwei größere Reihenuntersuchungen vorgenommen, im April mit 14 Proben, im Juli mit 24 Proben. Die Proben oberhalb des Weserwehres

wurden jeweils von einer weit in den Fluß vorspringenden Buhne bei Arsten bzw. von der Ostspitze der Wehrinsel vom Ufer aus geschöpft, die Proben unterhalb des Wehres wurden in Flußmitte auf einer Fahrt mit dem Forschungskutter des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven entnommen. Um gegebenenfalls Besonderheiten des Tiefenplanktons festzustellen, wurden auf der letzten Fahrt sieben Proben mit dem Planktonnetz des Instituts für Meeresforschung in einem Vertikalzug von etwa $2^1/_2$ m Tiefe aus bis zur Oberfläche des Wassers geschöpft.

Die erste Fahrt wurde am 11. April von Bremen bis Bremerhaven bei ablaufendem Wasser durchgeführt. Die beiden Proben von oberhalb des Weserwehres konnten erst am 29. April entnommen werden. Die Julifahrt geschah am 23. Juli von Bremen bis zur Huntemündung bei ablaufendem Wasser und am darauffolgenden Tage von der Huntemündung bis Bremerhaven gegen das auflaufende Wasser. Die beiden Proben von oberhalb des Wehres waren am 22. Juli geschöpft.

Die folgende Tabelle zeigt die Zahl der Formen, die in den einzelnen Proben gefunden wurden:

Ort der Entnahme	km	Zahl der gefundenen Formen		
		April 1957	Juli 1957	Vertikalzug
Arsten	—8	41	49	
Ostspitze der Wehrinsel	—5	34	50	
Große Weserbrücke in Bremen	0		44	
Mittelsbüren	12	28	37	
Ochtummündung	14		38	
Schönebecker Sand	17		44	47
Vegesack	18	26	42	
Blumenthal	22	24	53	54
Farge	26	28	51	
Huntemündung	32	33	68	56
Unterhalb der Huntemündung	34	21		
Käseburg	36		57	
Brake	40	21	58	42
Schweiburg Süd	45	19	34	
Beckumer Siel	52	24	43	29
Großensiel	56	31	45	
Lunemündung	62	27	22	31
Geestemündung	66		28	20

Ein Vergleich der beiden Fahrten zeigt zunächst, daß die Zahlen der gefundenen Arten im Juli fast stets wesentlich höher sind als im April. Dieser

Unterschied ist größtenteils jahreszeitlich bedingt. Im übrigen entsprechen die Ergebnisse beider Fahrten einander weitgehend. Beide Male haben wir ein Maximum der Artenzahlen oberhalb Bremens. Sicher unter dem Einfluß der Verschmutzung in Bremen sinken dann die Artenzahlen bis etwa zur Lesummündung und steigen darauf wieder an, bis bei der Huntemündung ein zweites Maximum erreicht wird, das bei der Julifahrt sogar höher liegt als das erste. Wie ein Vergleich der einzelnen Arten zeigt, beruht der Anstieg unterhalb der Lesummündung nicht auf der Hinzuführung neuer Formen durch diesen Fluß, sondern auf einer Selbstreinigung der Weser (Vergl. S. 118). Das Plankton der Hunte, das von dem der Weser stärker abweicht als das der Lesum und auch eine größere Artenfülle hat als jenes, bringt der Weser aber eine Reihe von neuen Formen. Vor allem die folgenden in der Hunte vorkommenden und meist ± häufigen Arten wurden im Weserplankton nur unterhalb der Mündung dieses Flusses gefunden: *Salpingoeca gracilis, Chodatella quadriseta, Tetraëdron caudatum* var. *incisum, T. trigonum* var. *gracile, Scenedesmus Naegelii, Sc. tenuispina* und *Staurastrum tetracerum.* Trotz dieser Auffüllung sinkt aber unterhalb der Huntemündung bei beiden Fahrten die Artenzahl des Weserplanktons wieder, bei der Aprilfahrt überraschend plötzlich, bei der Julifahrt zunächst langsamer. Ein ähnliches Absinken der Artenzahlen findet sich nach noch unveröffentlichten Mitteilungen Höhnks auch bei den Pilzen. Es liegt nahe, diese Erscheinungen auf die Vermischung des Weserwassers mit dem sehr stark verunreinigten Huntewasser zurückzuführen (vergl. auch S. 155). Aber dann steigen bei beiden Fahrten die Artenzahlen noch einmal bis Großensiel, und darauf folgt auf der Aprilfahrt ein schwaches Absinken bei der Lunemündung, während auf der Julifahrt, die in ihrem zweiten Teile ja gegen die auflaufende Flut erfolgte, das Schiff in die beginnende Sprungzone des Salzgehaltes kam, wo die Artenzahlen plötzlich auf die Hälfte fielen. Das zeigt den Beginn der Verödungszone des Planktons an, die nach den Untersuchungen Thiemanns (Thiemann 1934) allgemein in den Flußmündungen in der Sprungzone vorhanden ist und die von Bursche, Kühl und Mann (1959, S. 279) auch in der Wesermündung festgestellt wurde. — In den Proben des salzreicheren Tiefenwassers sinken die Artenzahlen schon früher.

Die Tatsache, daß die einzelnen Teile der Unterweser ein typisches und untereinander verschiedenes Plankton haben, setzt voraus, daß eine ausreichende Zeit für die Ausbildung dieser Unterschiede zur Verfügung steht. Es ist danach zu schätzen, daß die durchschnittliche Laufzeit des Weserplanktons von Bremen bis Bremerhaven mindestens zwei Wochen, wahrscheinlicher etwa drei Wochen beträgt.[1])

Vor allem bei den verhältnismäßig dicht liegenden Proben der Julifahrt

[1]) Eine ähnliche Laufzeit haben im Mittel auch Wasserpartikel für die Strecke von der Weserbrücke in Bremen bis nach Bremerhaven, nämlich etwa 14 Tage bei einer Oberwassermenge von 200 m³/sec. Die Auskunft gab die Wasserstraßendirektion Bremen.

lassen sich deutliche Unterschiede in der Abnahme der einzelnen Algengruppen seewärts feststellen. Der erste auffällige Rückgang setzt bei Schweiburg-Süd (km 45) ein. Hier verschwinden vor allem die Desmidiaceen (diese zum Teil schon vorher), die farblosen Eugleninen und der Hauptteil der Süßwassercyanophyceen (bis auf *Gomphosphaeria lacustris).* Die Chlorococcalen halten länger aus und nehmen erst bei der Lunemündung (km 62) stärker ab. Einzelne von ihnen, vor allem *Oocystis Marssonii,* halten sich zusammen mit *Gomphosphaeria lacustris* bis vor die Geestemündung in gleichbleibender Häufigkeit, während die letzten Funde des vorher ziemlich häufigen *Micractinium pusillum* schon bei Brake (km 40) liegen. — Bei der Aprilfahrt, die bei ablaufendem Wasser und nur bis zur Lunemündung vor sich ging, sind diese Unterschiede nur undeutlich ausgeprägt.

Nur im Stadtgebiet von Bremen, hier aber in drei verschiedenen Monaten, wurden *Chodatella Droescheri* und *Scenedesmus ellipsoideus* gefunden. *Collodictyon triciliatum* war im Juli 1957 in drei Proben in Bremen und oberhalb der Stadt recht häufig, während in den 21 Proben, die in den beiden nächsten Tagen unterhalb Bremens bis zur Wesermündung geschöpft wurden, kein Exemplar gesehen wurde.

In den Vertikalzügen vor der Lunemündung und beim Beckumer Siel fanden sich recht vereinzelt auch die ersten marinen Formen, die hier mit der Flut wohl in dem salzreicheren Tiefenwasser aufwärts trieben. Es waren *Ceratium tripos, C. fusus* und eine nicht näher bestimmte Coccolithophoride.

Auch sonst zeigten die Vertikalzüge, daß eine deutliche vertikale Schichtung des Planktons vorhanden ist, und zwar sind in den Proben, die in einem Zuge von etwa $2^1/_2$ m Tiefe bis zur Oberfläche entnommen wurden, die farblosen Flagellaten stark angehäuft. Die Tabelle auf Seite 90—91 zeigt die Unterschiede in der Häufigkeit. Die Spalten 1—7 bringen die Ergebnisse der am 23./24. Juli 1957 bei den angegebenen Kilometerzahlen geschöpften Oberflächenplanktonproben, die Spalten 1 t—7t die Ergebnisse der zu gleicher Zeit an der gleichen Stelle in Vertikalzügen geschöpften Proben. Angegeben sind sämtliche in den genannten Proben gefundenen farblosen Flagellaten, marinen Flagellaten und Schwefelbakterien. Es bezeichnet e einen Einzelfund, + Funde von 2—3 Individuen, 1 = 4—9 Individuen, 1—2 etwa 10—20 usw.

Die Tabelle zeigt zunächst, daß bei den Craspedomonadinen und Bicoecaceen kein sicherer Unterschied in der Tiefenverteilung zu erkennen ist. Da die Vertikalzüge auch Oberflächenformen mit enthalten, so ist vielleicht anzunehmen, daß diese Flagellatengruppen im Oberflächenplankton etwas häufiger sind. Das ist verständlich, da die gefundenen Craspedomonadinen wie *Bicoeca* ausnahmslos Epiplankter auf autotrophen Algen darstellen und mit diesen zusammen in den besser durchleuchteten oberen Wasserschichten ihr Wohngebiet haben müssen. Die Gesamtheit der übrigen farblosen Formen und die wenig gefundenen marinen Arten aber häufen sich unverkennbar in den tieferen Schichten des Wassers an. Die mikroskopische Einzelbetrachtung zeigt, daß sich die farblosen Flagellaten dabei sowohl im freien

Wasser aufhalten als auch, manchmal in großen Mengen, die absinkenden toten Krebse und Rädertiere angreifen. Vor allem die gefundenen Distomataceen finden sich manchmal in Scharen in und an toten Krustern. — Diese Anhäufung der farblosen Formen in der Tiefe wurde für die gesamte Strecke zwischen dem Schönebecker Sand (km 17) und dem Beckumer Siel (km 52) festgestellt. In den letzten beiden Proben, vor der Mündung der Lune bzw. der Geeste, finden sich die Süßwasserformen nur noch so vereinzelt, daß sie zu unserer Frage nichts mehr aussagen.

Das Umgekehrte, die Anhäufung der autotrophen Formen an der Oberfläche, läßt sich mit unserer Methode der Vertikalzüge nicht nachweisen. Eine geplante Untersuchung mit der in der Tiefe verschließbaren Ruttnerflasche konnte leider nicht mehr durchgeführt werden. Trotzdem läßt sich wohl schon jetzt sicher sagen, daß in dem untersuchten Gebiet eine vertikale Schichtung des Wassers auch in seinem oberen Teil vorhanden sein muß. Daß eine Schichtung überhaupt vorhanden ist, zeigen zahlreiche chemische Untersuchungen über den Salzgehalt (vergl. Plate 1951, S. 504 ff), über den Phosphatgehalt (Lüneburg, bei Hustedt 1957, S. 400) u. a., so daß die in Schiffahrtskreisen immer noch umstrittene Frage, ob durch den reichen Schiffsverkehr, vor allem durch die Bewegung der Schiffsschraube, die Schichtung in der Weser zerstört wird, wohl eindeutig beantwortet ist.

Durch einen Vergleich mit den Lemmermannschen Planktonuntersuchungen (Lemmermann 1907) läßt sich die Entwicklung des Weserplanktons im letzten halben Jahrhundert in großen Zügen verfolgen. Lemmermann hat Planktonproben untersucht, die in der Weser in Bremen von September 1904 bis September 1905 wöchentlich mehrere Male bei Ebbe und Flut geschöpft waren. Er hat dabei ohne die Kieselalgen insgesamt 81 Arten an Algen und Flagellaten festgestellt, von denen 48 von mir wiedergefunden wurden, während 182 Formen durch die jetzigen Untersuchungen neu hinzugekommen sind. Ein Vergleich seiner Ergebnisse im einzelnen mit den jetzigen ist allerdings nicht überall möglich, da Lemmermann mehrere große Gruppen fast gar nicht berücksichtigt hat, so die Bakterien und die gesamten farblosen Flagellaten.

Im ganzen läßt sich aber trotz der Unsicherheit, mit der die Beurteilung eines Flusses allein nach seinem Plankton behaftet ist, sagen, daß die Weser um die Jahrhundertwende ein schwach eutrophes Gewässer gewesen sein muß. Für die Eutrophie sprechen die sehr großen Individuenzahlen der Kieselalgen, die zahlreichen und zum Teil relativ häufigen Arten der Chlorococcalen, das Fehlen von *Botryococcus Braunii* und die geringe Häufigkeit der Desmidiaceen. Daß die Eutrophie nur schwach war, erkennt man an der geringen Arten- und Individuenzahl der Blaualgen sowie daran, daß die gefundenen Closterien *(Closterium acerosum, Cl. cornu, Cl. Dianae, Cl. gracile, Cl. lunula)* bis auf das zuerst genannte in unserem Gebiet nur in schwach eutrophen bis mesotrophen Gewässern sich finden. Als erste Anzeichen von Verschmutzung sind wohl das nicht ganz seltene Vorkom-

Vertikalzonierung einiger Gruppen des Weserplanktons, 23. u. 24. 7. 1957

	Oberflächenplankton							Tiefenplankton						
km	17	22	33	40	52	62	66	17	22	33	40	52	62	66
Probe:	1	2	3	4	5	6	7	1t	2t	3t	4t	5t	6t	7t
Craspedomonadinen und Bicoecaceen														
Monosiga ovata	3	1—2	1	1				2—3	2—3	2				
Codonosiga botrytis	e	1							+					
Salpingoeca gracilis												1		
S. vaginicola	+	1—2		+					1					
Bicoeca Kepneri	1	+			+			+						
Farblose Eugleninen														
Astasia sp.								1—2	2	2				
Peranema granuliferum		e												
P. incurvum		e												
P. pleururum									+	+	+			
P. trichophorum	e		e					1	1	+	1—2			
P. sp.			e								+			
Urceolus sp.											e			
Petalomonas abscissa v. *convergens*											1	e		
P. inflexa											+			
P. involuta		+	+	+				1—2	2	2	2—3			
P. mediocanellata										+				
P. — v. *disomata*			e	+						+	2—3	1		
P. Steinii				e				e		e				
Heteronema leptosomum											e			
H. sp.									+		+			

Notosolenus obliquus		e								+	+				
Anisonema marinum							e								
A. cf. *ovale*															+
A. sp.														e	
Entosiphon obliquum		+						e	e		e				
E. ovatum											e				
E. sulcatum											+				
Pseudamoeba planktonica		+	e		1	+		e	e	e	+	1			
Nicht bestimmte farblose Eugleninen	1	1—2	1	+			1		1	1	2	1			
Farblose Flagellaten anderer Gruppen															
Mastigamoeba invertens								1	1						
Oicomonas cf. *termo*			+		1—2	1—2	+	2—3	1		3—4	1—2	3		+
Trepomonas agilis				e				1		1	e				
Urophagus rostratus								2—3			2				
Hexamitus inflatus								+		3—4	2				
Anthophysa vegetans	2—3	1		e				1	+	e					
Marine Flagellaten															
Coccolithophoridae												e			
Ceratium fusus													+		
C. tripos													+		
Schwefelbakterien															
Beggiatoa leptomitiformis								e	+	1					
B. minima											+				

men von *Anthophysa vegetans* und die große Häufigkeit von *Chlamydomonas cingulata* (= *Chl. monadina)* zu deuten. Auch das Fehlen der Ceratien und die geringe Häufigkeit der Chrysomonadinen kann die gleiche Ursache haben, wie schon Lemmermann annimmt. (Lemmermann hält allerdings die meisten gefundenen Arten für Verschmutzungsformen.)

Vergleicht man die Befunde Lemmermanns mit den jetzigen Ergebnissen, so ist zunächst bei den meisten Gruppen eine starke Vermehrung der Artenzahlen festzustellen. Bei den Blaualgen beruht das sicher auf dem Neuauftreten zahlreicher neuer Formen, wie etwa *Gomphosphaeria lacustris*, einer Reihe von *Microcystis*-Arten sowie mehrerer Coelosphaerien und Oscillatorien. Bei den damals wenig durchforschten Flagellaten ist oft nicht zu ersehen, wie weit tatsächlich eine Vermehrung des Artbestandes vor sich gegangen ist. Bei den Chlorococcalen beruht die starke Vermehrung der Formen sicher nicht nur auf dem Aufspalten der älteren Arten, wie etwa bei *Scenedesmus*, sondern es sind zahlreiche Arten neu hinzugekommen. Hier sind auch die Individuenzahlen von *Eudorina elegans, Pediastrum Boryanum, P. duplex* und *Dictyosphaerium pulchellum* stark vergrößert. Die Scenedesmen scheinen sich in etwa gleichbleibender Häufigkeit gehalten zu haben. *Actinastrum Hantzschii* wurde damals wie jetzt in sehr stark schwankender Häufigkeit, massenweise wie ganz fehlend, festgestellt. Die früheren Massenentwicklungen von *Chlamydomonas cingulata* und *Chl. pertusa* sind verschwunden, beide Arten wurden nur noch ganz vereinzelt gefunden. Ähnlich sind *Ankistrodesmus falcatus* und *Cryptomonas erosa* stark zurückgegangen. Peridineen waren früher wie jetzt nur ganz vereinzelt vorhanden. Auch das Zooplankton ist bei beiden Untersuchungen nur mäßig entwickelt.

Im ganzen ist die Entwicklung des Weserplanktons von der Jahrhundertwende bis jetzt als Kennzeichen einer fortschreitenden Eutrophierung des Flusses zu betrachten. Jede einzelne der eben genannten Vermehrungen ist so zu verstehen. Von den fünf schwach eutrophen Closterien Lemmermanns ist keines jetzt wiedergefunden, dafür sind elf andere Arten der Gattung aufgetreten, von denen die häufigsten *(Closterium Pritchardianum, Cl. praelongum* var. *brevius, Cl. moniliferum)* ausgesprochen eutraphent sind, während die übrigen meist eine breitere Amplitude des Vorkommens haben, zum geringeren Teil allerdings auch verschleppte Fremdlinge aus Moorgebieten darstellen. — Das neue und verhältnismäßig häufige Auftreten von *Oscillatoria curviceps* ist als Zeichen fortschreitender Verschmutzung des Flusses zu deuten, und der Rückgang der Cryptomonadinen und Chlamydomonadinen in der Individuenzahl hängt vielleicht mit der neu auftretenden Industrieverschmutzung zusammen. Für die jetzt wichtigsten Verschmutzungsanzeiger, die farblosen Flagellaten und die Bakterien, fehlen Vergleiche fast ganz. *Euglena viridis* ist früher nur sehr vereinzelt gefunden, jetzt etwas häufiger.

C. Das Litoral der Weser

1. Die Weser oberhalb des Wehres

Das Weserwehr liegt am flußaufwärts gelegenen Rand des Bremer Stadtgebietes. Es kreuzt eine etwa 1000 m lange Insel. Der flußabwärts des Wehres gelegene Teil dieser Insel unterliegt einem mittleren Tidenhub von 3,20 m, während oberhalb des Wehres kein Tidenhub mehr ist. Dieser obere Teil der Insel wurde von Juni 1955 bis Juli 1957 insgesamt siebenmal besucht. Viermal wurden diese Besuche bis auf die Höhe von Arsten, etwa 4 km flußaufwärts des Wehres, ausgedehnt. Dabei wurden aus diesem Teil der Weser insgesamt 82 Litoralproben untersucht.

Besonders reich war die Algenbesiedlung des etwa 250 m langen Eingangs zum Schleusenbecken, der im ersten Teil mit losen Steinen, im zweiten mit einer festen Mauer eingefaßt war. Hier herrschte bei den Besuchen im Winter unumschränkt *Hormidium rivulare*. Januar 1956 bedeckte es in einem dichten Saum in Wasserspiegelhöhe sämtliche Steine und andere festen Teile der Wehrinsel. Im April des gleichen Jahres war es ebenfalls noch reichlich vorhanden. Das gleiche galt auch im April des folgenden Jahres, wo auch einige in die Weser gebaute Steinbuhnen mehrere Kilometer oberhalb des Wehres untersucht wurden und mit der Alge dicht bedeckt waren. Bei den beiden Aprilbesuchen mußte *Hormidium* aber an sämtlichen Stellen ihre Herrschaft schon teilen mit *Ulothrix zonata, Blidingia minima* und *Cladophora glomerata*. Vor allem weiter flußaufwärts der Wehrinsel kamen noch *Cladophora fracta, Stigeoclonium tenue* und *Draparnaldia plumosa* hinzu. Alle diese Algen bis auf die beiden *Cladophora*-Arten verschwanden aber zu Beginn des Sommers fast ganz, wo nun *Cladophora glomerata, Cl. crispata* und *Cl. fracta* einschl. var. *lacustris* die Herrschaft übernahmen (Besuche von Juni, Juli und September 1955, August 1956, September 1957). Die letztere findet sich in stillen Buchten des Flusses in viele Quadratmeter großen Watten zwischen höheren Wasserpflanzen und zum Teil an diese angeschlungen, die beiden ersteren sind auf fester Unterlage regellos verteilt. Neben ihnen wächst in kleineren oder größeren Watten *Rhizoclonium hieroglyphicum s. str.*, weniger die Subspecies *tortuosum*. Auf einer Buhne in Wasserspiegelhöhe waren mehrfach makroskopische Watten von *Bangia atropurpurea*. Zeitweise fand sich in den Watten der größeren Algen *Lyngbya rigidula* in zahlreichen größeren oder kleineren Nestern. Ziemlich gleichmäßig über das Jahr verteilt, aber an Stellen lokaler Verschmutzung gehäuft (Kuhtränken), waren die Lager von *Phormidium autumnale*, im ganzen ziemlich häufig.

Blidingia minima, die ihr Hauptverbreitungsgebiet in der Tidenhubzone hat, wächst außerhalb dieser Zone stets genau in Wasserspiegelhöhe. Bei einem plötzlichen Steigen oder Fallen des Wasserspiegels stirbt sie sehr schnell ab. (Bei stärkeren Schwankungen können auch die übrigen Algen vorübergehend verschwinden.) Im Eingang zum Schleusenbecken kann sie im Frühling gelegentlich herrschen, weiter flußaufwärts findet man sie

nur noch vereinzelt, bei Arsten sah ich sie nicht mehr. Vielleicht hält sie sich oberhalb des Wehres nur deshalb, weil sie von dem Gebiet der Tidenhubzone aus immer wieder hierher verbreitet wird. Wenn sie zusammen mit anderen Algen vorkommt, so wächst sie stets als oberste, *Cladophora* stets mehrere Zentimeter darunter, während *Ulothrix zonata* einen mehrere Zentimeter breiten Gürtel vom Wasserspiegel aus nach unten besiedelt.

In einer großen Überlaufpfütze der Weser war fast der ganze Boden bedeckt von *Enteromorpha intestinalis,* die im Fluß selbst nur in wenigen Exemplaren gefunden wurde. Daneben fanden sich auf Schlick nicht selten *Spirulina major* und *Merismopedia convoluta,* zwei Arten, die sonst nur auf dem Schlick der Tidenhubzone der Wümme angetroffen wurden.

Da das Metaphyton (über den Begriff vergl. S. 103) in den Algenwatten oberhalb des Wehres ziemlich reich war, wurden im Litoral dieses Gebietes insgesamt 144 Algenarten festgestellt. Vor allem waren zahlreiche in der Unterweser nur vereinzelt gefundene Arten, etwa von *Scenedesmus,* hier in weit größerer Zahl vorhanden. Die einzelnen Arten sind im systematischen Teil mit genannt. Ich verzichte daher hier auf eine Aufzählung und gebe nur eine Zusammenstellung aller der Formen, die in der Weser nur oberhalb des Wehres gefunden sind. Die Gesamthäufigkeiten sind dabei in der bekannten Weise angegeben, Einzelfunde durch ein e gekennzeichnet.

Merismopedia convoluta	1	*Chlamydomonas Pertyi*	1
Chamaesiphon incrustans var. *angustus*	2	*Brachiomonas* sp.	e
Spirulina major	1	*Characium apiculatum*	+
Oscillatoria neglecta	1—2	*Scenedesmus Bernardi*	1
Lyngbya Digueti	1	*Keratococcus caudatus*	1—2
L. rigidula	2	*Uronema* sp.	1—2
Botrydium granulatum var. *eugranulatum*	3	*Draparnaldia plumosa*	3—4
Cryptomonas pyrenoidifera	+	*Microspora amoena*	e
Euglena geniculata	e	*Cladophora crispata*	4—5
Phacus platyaulax	e	*Cl. fracta*	4—5
		Cl. — var. *lacustris*	4

Eine Reihe von Arten, die hier und außerdem in der Unterweser nur an schwimmenden Anlegern gefunden wurde, wird dort mit angeführt werden.

Im ganzen entsprechen die makrophytischen Algen dieses Teiles der Weser in ihrem Vorkommen und ihrer Jahresentwicklung den Litoralalgen eines eutrophen Sees der hiesigen Gegend, nur daß dort im Winter nicht *Hormidium rivulare* herrscht und daß die von der Tidenhubzone stammenden *Blidingia* und *Bangia* fehlen. Das Metaphyton tritt gegenüber dem eines solchen Sees allerdings deutlich zurück, es ist aber ungleich reichhaltiger als in dem später zu besprechenden Litoral der Tidenhubzone unterhalb Bremens.

2. Der Unterlauf der Weser

a) Besiedlung harten Substrates im Bereich des Tidenhubs

Aus der im folgenden zunächst beschriebenen eigentlichen Tidenhubzone (ohne Schwimmkörper und Restpfützen) wurden insgesamt 390 Proben untersucht, die in 37 Besuchen von Mai 1955 bis Januar 1959 gesammelt waren. Die Besuche verteilten sich über das ganze Jahr, doch wurden im Winter weniger Proben gesammelt als in den anderen Jahreszeiten. Die meisten Proben wurden bei tiefem Niedrigwasser vom Ufer aus geholt, bei den genannten Fahrten mit dem Forschungskutter konnten auch Stellen erreicht werden, die vom Ufer aus nicht zugänglich waren.

Bei einer Fahrt auf der Unterweser fällt einem, vor allem bei Niedrigwasser, ein mehrere Meter breiter Algengürtel auf, der den Fluß, soweit er eine Steineinfassung hat, zu beiden Seiten vom Wehr in Bremen bis zur Mündung begleitet. Er wird gebildet von Enteromorphen, und die bei weitem herrschende Form darunter ist die jetzt als *Blidingia minima* bezeichnete Art (= *Enteromorpha minima*). Die Ausstrahlung dieser Art über das Weserwehr hinaus wurde schon beschrieben. Vom Wehr aus bis zum Harrier Sand bildet sie den genannten Algengürtel im wesentlichen allein. Unterhalb des Harrier Sandes gesellt sich ihr *Enteromorpha prolifera* hinzu und von Dedesdorf ab auch *E. compressa*. Bei Nordenham und Blexen findet sich auch *E. intestinalis* als Massenform. Die Enteromorphen wachsen auf jeder festen Unterlage: Stein, Holz, Eisen, im Röhrichtgürtel auch an Schilfrohr und anderen höheren Pflanzen. Auf festem Substrat verdrängen sie im Frühling und Sommer fast alle anderen Algen. *Blidingia minima* im besonderen ist dabei ausgesprochen aërobiont. Sie besiedelt den obersten Teil der Tidenhubzone, meist bis etwa zur Mitte herunter. An den stärker verschmutzten Stellen (zwischen Bremen und der Lesummündung) sowie vor allem in stärker salzhaltigem Wasser, etwa von Nordenham ab, wächst sie als Massenform bis fast zur unteren Grenze des Tidenhubs. Wenn sie mit *Enteromorpha compressa* zusammen vorkommt, so findet sich diese bei Dedesdorf, beim Lunesiel und innerhalb Bremerhavens stets an solchen Stellen, die länger vom Wasser bedeckt sind, die also meist tiefer liegen als die Wohnplätze von *Blidingia*. Bei Blexen wachsen alle genannten Arten in der ganzen Breite des Tidenhubs in großen Mengen und regellos durcheinander.

Der auffällige Unterschied in der Besiedlung der beiden Ufer der Wesermündung erklärt sich daraus, daß das rechte Ufer in Bremerhaven durch die Geeste Süßwasser zugeführt bekommt und daher hier nur ein Salzgehalt von 3—6 ‰ vorliegt gegenüber einem solchen von 7—8 ‰ auf dem linken Ufer (Lüneburg 1955, S. 235 f. u. Taf. 1). Deshalb bietet die Algenbesiedlung in Bremerhaven noch fast das gleiche Bild wie bei Dedesdorf, während gegenüber bei Blexen schon marine Algen als Massenformen den Aspekt beherrschen.

Etwa von Oktober an stirbt der größte Teil der Blidingien und Enteromorphen ab. Im Winter bedecken die Reste von *Blidingia* die Steine in Form einer dünnen Schicht, die makroskopisch mit der von *Pleurococcus vulgaris* verwechselt werden könnte, unter dem Mikroskop aber die typischen, ± verzweigten schmalen Thalli zeigt. Im März und April erscheint die Alge wieder in der alten Form und kann Ende April schon wieder den geschlossenen Gürtel bilden.

In diesem Algenrasen und zum Teil durch ihn gegen das Austrocknen geschützt findet sich nun eine Reihe von anderen Formen: *Ulothrix pseudoflacca, Hormidium rivulare, Rhizoclonium hieroglyphicum,* mehrere *Microcoleus*-Arten sowie die Hormogonien von *Phormidium autumnale.* Die erste von diesen, *Ulothrix pseudoflacca,* kommt fast nur in vereinzelten oder gelegentlich auch zahlreicheren Fäden zwischen den Enteromorphen vor, aber von oberhalb des Wehres bis zur Mündung der Weser. Nur wenige Male fand ich makroskopische Watten von ihr. — *Hormidium rivulare* findet sich oft in der gleichen Form, bildet aber gelegentlich allein, noch oberhalb des *Blidingia*-Gürtels, meist in der Hochwasserlinie der normalen Flut, einen schmalen Saum. Seine Häufigkeit nimmt von Bremen bis zur Mündung ab. Es hat seine Hauptentwicklung im Winter. Im Stadtkern von Bremen nimmt es zusammen mit einigen Moosen nach dem herbstlichen Absterben von *Blidingia* oft große Teile des Wohnraumes dieser Alge ein, wie es ja auch oberhalb des Wehres um diese Zeit herrscht.

Auch die Fäden von *Rhizoclonium hieroglyphicum* können vereinzelt zwischen *Blidingia leben.* Meist kommt die Art aber in eigenen Watten vor, die im Frühling und Sommer gewöhnlich oberhalb, aber auch unterhalb des *Blidingia*gürtels und selbst in diesem wachsen. Die Subspecies *tortuosum* bevorzugt hier die unteren Teile und findet sich manchmal auch an Stellen, die noch vom Niedrigwasser bedeckt sind, während sich die drei anderen Unterarten über die ganze Tidenhubzone verteilen. Stellenweise, vor allem bis zur Lesummündung, bildet die Art oberhalb *Blidingia* in der Spritzzone der Flut einen geschlossenen eigenen Gürtel. Nach dem Absterben von *Blidingia* im Herbst dringt die Alge dann von allen Seiten in deren Gebiet ein und besiedelt es oft in seinem ganzen Umfange, bis ein starker Frost ihrem Wachstum ein Ende macht.

Der Wohnraum von *Blidingia* wird also im Winter, soweit die jetzigen Beobachtungen reichen, im Stadtkern Bremens von *Hormidium,* unterhalb von *Rhizoclonium* besetzt. An beiden Stellen sind aber Moose wesentlich mit beteiligt. Vor allem sind es *Rhynchostegium rusciforme, Bryum Funckii, Leptodictyum riparium* und *Cinclidotus riparius* (nach absteigender Häufigkeit geordnet), weniger häufig *Hygrohypnum palustre, Bryum capillare, Brachythecium rutabulum, Bryum ventricosum, Calliergon cuspidatum, Hygroamblystegium irriguum* und *Schistidium apocarpum,* an trockeneren Stellen auch *Funaria hygrometrica,* die in der wärmeren Jahreszeit oberhalb des Algengürtels lockere oder dichtere Rasen bilden, im Winter aber sich auch in diesem selbst ausbreiten.

Vor allem in dem Gürtel der Moose und Rhizoclonien in der Spritzzone leben oft zahlreiche, auch makroskopische Fäden des stark aërophilen *Microcoleus vaginatus,* während *M. paludosus* und *M. lacustris* nur weiter unten im Schutze der Blidingien und auch hier in geringerer Häufigkeit gefunden werden.

Während der ganzen Jahreszeit finden sich im gesamten Algengürtel, aber doch von den Enteromorphen meist scharf getrennt, die Lager von *Phormidium autumnale,* die ihrerseits als Begleiter fast immer ± zahlreiche Einzelfäden von *Ph. Corium* in sich enthalten. Auf Holz (Duckdalben) wächst *Phormidium* meist unterhalb *Blidingia,* auf Steinen ist diese Schichtung weniger deutlich. Meist bildet *Phormidium* innerhalb des *Blidingia*gürtels dunklere Flecken von einigen Quadratzentimetern bis zu einigen Quadratdezimetern Größe, an Stellen lokaler Verschmutzung, wie bei den Sielmündungen, den Mündungen von Abwasserrohren und vor allem bei dem großen Abwassereinlauf bei Mittelsbüren häufen sich diese Lager und können dann große, geschlossene Flächen bedecken. So wird *Phormidium autumnale* zu einem der besten Verschmutzungsindikatoren im ganzen Gebiet.

Die Besiedlung des harten Substrates in der Tidenhubzone ist so typisch und im ganzen Weserlauf von Bremen bis fast zur Mündung des Flusses so einheitlich, daß man diese Algengesellschaft als eine Assoziation im Sinne der Pflanzensoziologie betrachten muß. Der zweckmäßigste Name für sie wäre *„Blidingietum minimae"*. Nun hat aber jüngst DEN HARTOG (1959) eine rein marine Assoziation mit diesem Namen benannt. Da in der von uns beschriebenen Assoziation *Blidingia minima* meist mehr als 90 % der gesamten Besiedlung ausmacht und der Rest des Bewuchses sich auf eine Reihe von Arten verteilt, so kann keine andere Alge ihr den Namen geben, und ich nenne daher die in der Unterweser und wahrscheinlich ähnlich in anderen Flußmündungen vorkommende Assoziation *Blidingietum aestuarii.* — DEN HARTOG gibt an, daß sein *Blidingietum minimae* im Brackwasser in eine andere Assoziation übergeht, die er, ohne sie zu beschreiben, als *Blidingietum subsalsae* bezeichnet nach der dort vorkommenden *Blidingia minima* fa. *subsalsa.* Ich übernehme diesen Namen nicht, da ich nicht weiß, wie weit unsere Assoziation der von ihm so benannten entspricht und da vor allem Herr Dr. BLIDING mir nur für einen Teil der von ihm untersuchten *Blidingia*formen geschrieben hat, daß ihre Entwicklung und Ausbildung v i e l l e i c h t einen Formennamen *Blidingia minima* fa. *subsalsa* motivieren könne.

b) Besiedlung weichen Substrates im Bereich des Tidenhubs

Ganz anders und mannigfaltiger ist die Besiedlung des Schlicks und des feinen Sandes in der Tidenhubzone.

Auf den trockeneren und festeren Teilen des Schlicks, vor allem also an den Hängen am Rande des Flußbettes, aber auch an entsprechenden weniger geneigten Stellen, ist das Gebiet der Vaucherien, die hier mit farblosen

Fäden sich im Schlick verankern und einen zusammenhängenden Filz bilden, der sie am Einsinken hindert, und die mit den grünen Assimilationsfäden sich immer wieder zum Licht emporarbeiten. Hier herrscht *Vaucheria compacta* im gesamten Unterlauf der Weser und ihrer Zuflüsse ebenso unbeschränkt wie *Blidingia* auf festem Substrat. Ihre Massenentwicklung ist zur Zeit nicht so groß wie die von *Blidingia,* da ihr durch die Regulierung des Flusses viel Siedlungsraum entzogen ist. Man findet sie am Hauptarm des Flusses daher meist an Sielmündungen, die immer noch etwas Schlick führen, in einzelnen ruhigen Buchten sowie auf feinem Sand zwischen Röhricht. Um so häufiger ist sie aber in den Zuflüssen der Unterweser und in den ruhigen Seitenarmen des Flusses, die nicht mit Steinen eingefaßt sind oder wo sich auf den Steinen selbst reicher Schlick abgelagert hat, so in der Kleinen Weser in Bremen und vor allem im Nebenarm der Weser beim Harrier Sand. Hier ist sie ungleich reicher entwickelt als *Blidingia.* — Das Hauptvorkommen von *V. compacta* ist in der Nähe der mittleren Hochwasserlinie, doch geht sie auf Sand im lockeren Schilf oder auf verschlickten Steinen bis in den unteren Teil der Tidenhubzone herunter. Am obersten, landeinwärtigen Rand des Vaucheriagürtels mischen sich auch Süßwasserarten der Gattung mit ein. Gefunden wurden hier *V. sessilis, V. terrestris, V. geminata* und *V. Woroniniana,* während in der verschmutzten Kleinen Weser in Bremen *V. medusa* und *V. litorea* angetroffen wurden. Am Ufer des stärker salzhaltigen, aber tidefreien Neuen Fischereihafens bei Bremerhaven herrscht anscheinend *V. synandra,* während *V. compacta* etwas weniger gefunden wurde. — Flußaufwärts vom Gebiet des Tidenhubs kommt *V. compacta* nirgends vor, sie wird hier an den entsprechenden Stellen durch Süßwasserarten der Gattung ersetzt. Auf dem Schlick der Tidenhubzone aber ist ihr Vorkommen so typisch und für die genannten Stellen mit Sicherheit vorherzusagen, daß wir auch hier eine Pflanzenassoziation annehmen müssen, das *Vaucherietum compactae.* Allerdings hat diese Assoziation nur eine Charakterart, eben *V. compacta,* und daneben auch nur wenige Begleiter, wie die anderen genannten *Vaucheria*arten und daneben wohl einige Kieselalgen. Im übrigen fällt gerade das *Vaucherietum* dadurch auf, daß außer einer mäßigen Zahl von gestrandeten Planktern so gut wie kein Metaphyton in ihm vorhanden ist. Kleinere, unbewegliche Algen würden vielleicht im Schlick versinken, und für die Flagellaten ist bei Niedrigwasser nicht genug Wasser da zum Schwimmen.

Wenn der Schlick so weich ist, daß auch die *Vaucheria*fäden versinken würden, so treten andere Formen an ihre Stelle. An relativ trockenen Orten, etwa wo nur eine dünne Schicht Schlick auf Stein liegt, die nach dem Ablaufen des Wassers schnell austrocknet, herrschen hier Kieselalgen, an feuchteren Stellen — also niemals etwa an einem Hang — aber finden wir eine typische Eugleninengesellschaft, die wir als *Euglenetum obtusae* bezeichnen wollen nach *Euglena obtusa,* der hier herrschenden Art. Diese vermag sich durch ihre metabolen Bewegungen in einem Schlick, der bei Niedrigwasser nicht zu trocken ist und bei Hochwasser nicht zu

sehr bewegt wird, immer in einer günstigen Lage zu erhalten. Über ihr genaueres ökologisches Verhalten berichtet Bracher ausführlich (Bracher 1919 u. 1929). Sie verschwindet im Schlick bei Dunkelheit und bei eintretender Flut und taucht wieder auf bei Tageslicht nach Ablaufen der Flut. In verschlickten Seitenarmen und Buchten, in Sielmündungen und vor allem in den weniger regulierten Zuflüssen bedeckt sie oft den Schlick weithin als ein gelbgrüner Belag, während daneben die Orte anderen Feuchtigkeitsgehaltes von Kieselalgen gelbbraun gefärbt sind. Außer auf Schlick findet man sie auch auf den Dünen im Nebenarm der Weser beim Harrier Sand, die zum größten Teil aus sehr feinem, scharfkantigem Sand bestehen. In diesem Arm und seinen stark verschlickten Überlaufbuchten ist die Assoziation reich entwickelt. Neben *Eu. obtusa* findet man in jeder Probe, allerdings in wesentlich geringerer Häufigkeit, *Eu. satelles,* die nie außerhalb dieser Assoziation festgestellt wurde, allerdings in der Nähe der Wesermündung anscheinend auch in der Assoziation nicht mehr vorkommt. Seltener als *Eu. satelles,* aber doch noch ziemlich regelmäßig, kommt *Eu. sociabilis* in den Proben vor, die im Gegensatz zu den beiden anderen *Euglena*arten begeißelt ist und auch schwimmen kann. Sie hat ihr Hauptverbreitungsgebiet an anderen Orten und ist hier nur als Begleiter zu werten. Ebenfalls nur Begleiter sind wohl mehrere Kieselalgen, vor allem *Cylindrotheca gracilis,* die in den Proben als Massenform und mit sehr hoher Stetigkeit auftrat, dann *Navicula gregaria, N. mutica* v. *Cohnii, Nitzschia sigma, N. Clausii* u. a., die in ihrem Lebensraum aber alle in untereinander verschiedener Weise über die Assoziation hinausgreifen. Die gleiche Zusammensetzung wie hier hat die Assoziation auch in der Geeste, nur daß hier in dem stärker salzhaltigen Wasser anscheinend *Eu. sociabilis* fehlt, während vor der Lunemündung außer ihr auch *Eu. satelles* ausscheidet. Im fast reinen Süßwasser der Wümme sind diese beiden wieder vorhanden und zusätzlich noch einige andere Euglenen (vergl. S. 143), während *Cylindrotheca gracilis* und *Nitzschia Clausii* dafür fast ganz fehlen. — Im ganzen haben wir hier also eine typische Assoziation mit den beiden Charakterarten *Euglena obtusa* und *Eu. satelles* und mit *Eu. sociabilis* und den genannten Kieselalgen als Begleitern.

Auch in dem stark verschmutzten Schlick der Kleinen Weser in Bremen fanden sich *Eu. obtusa* und *Eu. satelles* zusammen mit *Navicula gregaria, Cylindrotheca gracilis, Nitzschia sigma* und *N. Clausii,* aber die Besiedlung des Schlicks ist hier so gering, daß sie mit dem bloßen Auge nur eben als ein schwacher Schimmer zu erkennen ist.

Dort, wo der Schlick sehr weich ist und dann durch jede Flutwelle stärker bewegt wird, fehlt oft auf großen Flächen eine makroskopisch erkennbare Besiedlung. Unter dem Mikroskop findet man aber auch hier fast immer einzelne Glieder der eben genannten Gemeinschaft.

An Orten, wo der Schlick bei Niedrigwasser auch nur einige Millimeter dauernd von Wasser bedeckt ist, stellen sich meist Blaualgen ein, aber hier

sind es nicht Phormidien, die wohl im Schlick versinken würden, sondern die beweglicheren Oscillatorien, vor allem *O. tenuis* und *O. formosa.* Im reinen Süßwasser der Wümme gesellen sich ihnen noch *O. limosa* und *O. curviceps* zu. *Euglena obtusa* fehlt hier fast ganz, da sie nicht gut bei dauernder Wasserbedeckung gedeiht. Die genannten Kieselalgen sind zum Teil vorhanden.

c) Besiedlung von Schwimmkörpern

Die Besiedlung von Schwimmkörpern in der Tidenhubzone lebt insofern unter anderen Bedingungen als die fester Anlagen am gleichen Ort, als sie bei Niedrigwasser nicht trocken liegt. Darüber hinaus ist der Salzgehalt des sie umspülenden Wassers wohl im Durchschnitt etwas niedriger, und vor allem sind seine Schwankungen etwas geringer als bei den Algen am Ufer, da die Schwimmer ja stets von dem salzärmeren Oberwasser der Weser bespült werden. Doch möchte ich den letzten Faktoren keine sehr große Bedeutung beimessen, da die Schwankungen des Salzgehaltes auch in den oberen Wasserschichten sehr erheblich sind.

Untersucht wurden vor allem die schwimmenden Anleger für die Schiffe, und zwar ein Anleger bei der Großen Weserbrücke in Bremen, zwei Anleger bei Mittelsbüren und je einer in Vegesack, Blumenthal, Farge, Brake, Klippkanne, Nordenham und Blexen, außerdem das Fährschiff Kleinensiel—Dedesdorf. Die meisten Anleger wurden mehrere Male besucht. Insgesamt wurden 38 Proben von ihnen untersucht. Hinzu kommen noch 13 Proben von mehreren Besuchen zweier schwimmender Anleger in der Geestemündung und zwei solche Proben aus der Lesum, die hier mit ausgewertet werden sollen.

Das Ergebnis war, daß die Schwimmkörper von Bremen bis Klippkanne (km 42) bzw. Kleinensiel (km 53) im wesentlichen die gleiche Algenbesiedlung trugen, wie sie das Litoral der Weser oberhalb des Weserwehres hat. Wie dort, herrschen im Frühling *Ulothrix zonata, Stigeoclonium tenue* und *Cladophora glomerata.* Am Anleger der Lesum fand sich daneben auch häufig *Draparnaldia plumosa.* Alle diese Algen fehlen in der eigentlichen Tidenhubzone so gut wie vollständig. Nur je einmal im Dezember 1955 und 1958 fand ich an nasser, windgeschützter Stelle der Tidenhubzone eine kleine Watte einer wenig verzweigten *Cladophora,* zusammen mit *Stigeoclonium tenue* und *Apiocystis Brauniana* bzw. mit *Oedogonium* sp., also mit anderen typischen Wasseralgen, die sich in der sonnenarmen Jahreszeit zwischen den Steinen offenbar gehalten hatten. *Hormidium rivulare* tritt an den Anlegern zurück. Im Winter ist es etwas häufiger, erreicht aber nicht die Massenentwicklung, die es oberhalb Bremens in dieser Jahreszeit hat. — Im Laufe des Sommers verschwinden die Frühjahrsalgen *Ulothrix* und *Stigeoclonium* fast ganz, und *Cladophora* tritt allein die Herrschaft an. Oft besetzt es die Anleger in großen Mengen. Von den Massenformen der Mittelweser fehlt hier mit Sicherheit nur *Cladophora fracta,*

die keine ruhigen Buchten mehr finden kann. Außerdem scheint *Cl. crispata* nicht vorhanden zu sein, die auch ruhiges Wasser benötigt.

Anderseits finden sich *Oscillatoria amphibia* und *Phormidium favosum* nur an den Schwimmkörpern und oberhalb des Wehres, an beiden Stellen aber nicht häufig. *Blidingia* ist an den Anlegern in ähnlicher Häufigkeit und Unbeständigkeit vorhanden wie am Flußufer dicht oberhalb des Wehres. *Phormidium autumnale* ist wohl häufiger als dort und bestätigt damit, daß die Anleger im allgemeinen zur Verschmutzung neigen. Mehrfach wurden größere Watten von *Vaucheria* gefunden, eine solche von einem Anleger in Bremen kopulierte und erwies sich als *V. sessilis*. — Das Fährschiff Dedesdorf—Kleinensiel trug im November 1957 in der Wasserlinie einen dichten Saum von *Bangia atropurpurea*, von der auch eine makroskopische Watte auf einer Steinbuhne oberhalb des Wehres gefunden wurde und die auch sonst an den Anlegern ziemlich häufig war, am Ufer der Unterweser aber nur in vereinzelten Fäden zwischen *Blidingia* gefunden wurde. An bemerkenswerten Formen, die sowohl an den Anlegern wie am Ufer vorkommen, seien noch genannt *Oscillatoria formosa, Rhizoclonium hieroglyphicum*, die an den Anlegern aber zurücktritt, und *Cladothrix dichotoma*, die vor allem zwischen Bremen und der Lesummündung häufig ist und hier den Verschmutzungszustand anzeigt.

Arten, die in der Weser überhaupt nur an den Anlegern gefunden wurden, sind *Chamaesiphon incrustans* (von dem die var. *angustus* aber oberhalb des Wehres vorkommt), *Oscillatoria Lemmermannii, Phormidium mucicola, Microthamnion strictissimum* und *M. Kützingianum*. Alle diese bis auf *Oscillatoria Lemmermannii* wurden aber nur in je einer Probe gefunden. Im ganzen entspricht die Besiedlung der schwimmenden Anleger auf dieser Strecke der Unterweser in allen Einzelheiten dem Litoralbewuchs des Flusses oberhalb Bremens und ist völlig verschieden vom Uferbewuchs der Unterweser.

Von Nordenham ab, wo die Sprungzone des Salzgehaltes beginnt, sowie in der Geestemündung ist die Lage wesentlich anders. Hier werden die Süßwasseralgen durch Meeresalgen verdrängt, die sich nun auffallenderweise zuerst überall an den schwimmenden Anlegern ansiedeln. Der letzte Fundort von *Cladophora glomerata* war der Anleger von Klippkanne (km 42). In den Mündungen der Flüsse wird diese Art vertreten durch *Cladophora sericea*, die am Anleger bei Nordenham vereinzelt, an den beiden Anlegern in der Geestemündung aber bei drei Besuchen häufig bis sehr häufig gefunden wurde. Einmal war hier auch *Cladophora rupestris* ziemlich häufig. Hinzu tritt *Ectocarpus siliculosus*, der sowohl an den Anlegern vor Nordenham und vor Blexen als auch in der Geestemündung bei je einem bzw. zwei Besuchen ziemlich häufig vorkam. November 1957 war der Anleger von Nordenham dicht besiedelt von *Ulothrix flacca*, von der einzelne Exemplare sich auch am Anleger vor Blexen fanden. Alle diese Algen wurden in der eigentlichen Tidenhubzone nirgends angetroffen. An

Enteromorphen fanden sich an den beiden Anlegern in der Weser *Blidingia minima, Enteromorpha compressa* und vor allem in großen Mengen *E. intestinalis.* An den Anlegern in der Geeste waren *E. intestinalis* und *E. compressa* Massenformen, während *E. prolifera* und *E. intermedia* zurücktraten. Die Enteromorphen waren an den Anlegern wie am Ufer etwa gleich vertreten, nur *E. intermedia* wurde in der Tidenhubzone nicht gefunden.

Die einzigen Arten, die sich an den schwimmenden Anlegern sowohl oberhalb als auch unterhalb Nordenhams fanden, die also den Sprung im Salzgehalt vertrugen, waren *Blidingia minima, Phormidium autumnale* und — in wesentlich geringerer Häufigkeit — *Ulothrix pseudoflacca.*

Durch den sehr gleichmäßigen Wasserstand an den Schwimmkörpern ist hier meist eine sehr feine vertikale Zonierung in der Algenbesiedlung vorhanden. In der Unterweser oberhalb Nordenhams war es so, daß *Phormidium autumnale* in der obersten Zone, in Wasserspiegelhöhe oder etwas darüber wuchs. (Gelegentlich fand sich noch höher ein Anflug von *Pleurococcus vulgaris.*) Genau in Wasserspiegelhöhe befand sich *Blidingia minima,* wo sie vorhanden war, und mehrere Zentimeter darunter war der Gürtel von *Cladophora glomerata.* Die Zonierung entspricht also der des Steinufers beim Schleuseneingang oberhalb des Weserwehres (S. 93f). — Auch unterhalb Nordenhams und in der Geestemündung wuchsen die *Enteromorpha*-Arten stets genau in der Wasserlinie, *Phormidium autumnale* und *Ulothrix flacca* in der Spritzzone darüber, während mehrere Zentimeter darunter *Cladophora sericea* und *Ectocarpus* ihren Platz hatten.

d) Restpfützen und Quellen in der Tidenhubzone

Ähnliche Verhältnisse wie an Schwimmern liegen an solchen Stellen der Tidenhubzone vor, die auch bei Niedrigwasser nicht trockenlaufen. Das ist vor allem der Fall in den Mündungen der Siele, die bei Niedrigwasser entweder ihr Wasser in die Weser fließen lassen oder vor den geschlossenen Schleusentoren durch das Sickerwasser der Schleuse stets größere oder kleinere Pfützen haben. Aus der Weser wurden drei Proben aus solchen Gewässern bei Mittelsbüren untersucht, aus der Lesum in der Nähe ihrer Mündung zwölf Proben aus drei ähnlichen Zuflüssen und neun Proben von drei Besuchen einer Quelle, die in der Tidenhubzone dieses Flusses lag. — Auch hier herrschte in den Sielmündungen vor allem *Cladophora glomerata,* selbst wenn diese stärker verschmutzt waren. Daneben fanden sich jeweils in mehreren Proben *Ulothrix pseudoflacca, Oedogonium* spp., *Lyngbya aerugineo-coerulea, Oscillatoria curviceps* und *Spirogyra* sp., also alles Formen, die an den Orten des periodischen Trockenliegens nicht gefunden wurden. *Phormidium autumnale, Blidingia minima, Rhizoclonium hieroglyphicum* und auch *Ulothrix zonata* traten stark zurück. Die letztere herrschte aber zusammen mit *Ul. tenuissima und Stigeoclonium* im reineren Wasser der genannten Quelle, während dort *Cladophora glomerata* weniger vorhanden war und *Ulothrix pseudoflacca* kaum gefunden wurde. An-

scheinend kann *Cladophora* einen stärkeren Verschmutzungsgrad ertragen als die genannten *Ulothrix-Arten,* obwohl diese gegen Verschmutzung auch nicht sehr empfindlich sind. — In einer sehr breiten Sielmündung der Lesum war im März 1956 der ganze Boden bedeckt von einer etwa 20 Quadratmeter großen Watte von *Vaucheria ornithocephala.*

e) Metaphyton und Periphyton

Der Begriff des Metaphytons wurde von mir (1956, S. 286 u. 1958, S. 232) eingeführt als ein zusammenfassender Ausdruck für die Gesamtheit der beweglichen oder unbeweglichen, nicht festsitzenden Kleinalgen und Flagellaten, die in den Watten oder den Unterwasserwiesen größerer Algen wie zwischen den Blättern, Stengeln oder Wurzeln der höheren Pflanzen im Wasser leben. Durch seine hohen Artenzahlen, die in den Seen um Bremen oft größer waren als die aller anderen dort vorkommenden Algen zusammen und durch die unterschiedliche Artenzusammensetzung in den verschiedenen Seen erwies es sich als ein ausgezeichneter Indikator für die ökologischen Verhältnisse dieser Seen. — Diese Bedeutung hat es für den Unterlauf der Weser nicht. Während es noch im Mittellauf in einer Reichhaltigkeit und Eigenständigkeit vorhanden ist, die sich mit den Verhältnissen in den Seen vergleichen läßt, sinkt seine Artenzahl mit dem Beginn des Tidenhubs schlagartig ab, und etwa von Nordenham an, wo die Salzkonzentration steigt, sind die Algenwatten praktisch frei von Metaphyton. Weiter sind die Reste des Metaphytons, die sich in der Unterweser finden, nicht eigenständig, wie das Metaphyton der Seen, sondern sie bestehen fast nur aus abgesunkenen Planktern, die gegenüber dem Plankton keinen eigenen Zeigerwert für die ökologischen Verhältnisse des Wohngewässers haben und daher nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

Die Ursache für das auffällige Zurücktreten des Metaphytons liegt nicht so sehr in der stärkeren Wellenbewegung, sondern mehr im vorübergehenden Trockenliegen des Litorals und flußabwärts von Nordenham daneben im stärkeren Salzgehalt. Oberhalb des Weserwehrs hält sich das Metaphyton auch an Orten lebhafter Wellenbewegung, unterhalb davon ist es an Schwimmkörpern oft ziemlich reich vertreten. Das läßt die Bedeutung des Trockenliegens für das Fehlen am Ufer erkennen (vergl. auch S. 106). An der Außenweser, wo auch die landeinwärts vom Deich gelegenen Gräben Brackwasser höherer Konzentration enthalten, sind die Enteromorphen und Vaucherien dieser Gräben trotz fehlenden Tidenhubs meist ganz frei von Metaphyton. Das zeigt, daß die Süßwassermetaphyten hier den Salzgehalt nicht ertragen.

Die gleichen Verhältnisse wie beim Metaphyton liegen auch beim Periphyton vor. Oberhalb des Weserwehres finden sich *Chamaesiphon incrustans var. angustus, Lyngbya rigidula, Cladothrix dichotoma,* mehrere Characien und eine *Uronema* sp. Von ihnen tritt unterhalb des Wehrs in der Tidenhubzone nur *Cladothrix* auf. Die Gründe für das Verschwinden des

Aufwuchses sind die gleichen wie beim Metaphyton. Bei einigen größeren Formen möchten vielleicht auch spezielle Abwehrmittel gegen den Bewuchs hinzukommen, so bei den Enteromorphen und Vaucherien, die im lebenden Zustande so gut wie nie Epiphyten tragen. — Das starke Zurücktreten des Aufwuchses in der Tidenhubzone gibt auch Hustedt (1959, S. 160) für die Kieselalgen an.

f) Die Algengesellschaften und die natürlichen Auslesefaktoren in der Unterweser

Wenn bei unseren Untersuchungen in der Weser insgesamt 329 Arten in 346 Formen gefunden wurden, so erweckt das zunächst vielleicht ein falsches Bild von den ökologischen Verhältnissen dieses Flußlaufes. 221 der gefundenen Arten sind Plankter, die aus anderen Teilen des Flußgebietes stammen und in der Unterweser meist nur sporadisch auftreten. Viel genauer werden die ökologischen Bedingungen widergespiegelt durch die in der Unterweser heimischen Litoralformen. Und hier ist die Zahl der Arten, die einigermaßen regelmäßig gefunden werden und als heimisch für die Unterweser anzusehen sind, überraschend gering. Die folgende Zusammenstellung gibt noch einmal die in Frage kommenden Arten in ihren Gemeinschaften und ihrer Verteilung auf die verschiedenen Substrate an. Sie gilt auch für die Zuflüsse der Unterweser. In Klammern ist hinter jeder Art ihre Häufigkeit, bezogen auf das genannte Substrat, angegeben.

A. Auf hartem Substrat in der eigentlichen Tidenhubzone. Oberes Drittel bis obere zwei Drittel dieser Zone. Geschlossener Besiedlungsgürtel:

Blidingietum aestuarii.

a) Hauptteil des Gebietes: Charakterarten: *Blidingia minima* (5), *Phormidium autumnale* (4), *Rhizoclonium hieroglyphicum* (3—4, Herbst und Winter 4—5), *Hormidium rivulare* (2—3, im Winter 3—4), *Ulothrix pseudoflacca* (3), *Microcoleus vaginatus* (2—3), *Phormidium Corium* (2). Begleiter: *Microcoleus paludosus* (2), *M. lacustris* (2), *Lyngbya aerugineo-coerulea* (1—2), *Bangia atropurpurea* (1—2), Kieselalgen (4). Dazu stellenweise *Cladothrix dichotoma* (bis km 19 H. 3).

b) Oberer Rand der Tidenhubzone und Spritzzone: *Rhizoclonium hieroglyphicum* (4), *Microcoleus vaginatus* (3), *Hormidium rivulare* (3), dazu neu als Begleiter Moose (4—5, die Arten genannt S. 96).

c) Seewärtige Entwicklung der Assoziation: Es kommen hinzu: Ab km 45 *Enteromorpha prolifera* (3—4), ab km 53 *E. compressa* (4, seewärts zunehmend), ab km 57 *E. intestinalis* (4, seewärts zunehmend). Ab Blexen geht die Assoziation über in eine marine, in der *E. intestinalis, E. compressa* und *Blidingia minima* vorherrschen.

B. Auf weichem Substrat in der eigentlichen Tidenhubzone

1. Auf Schlick, der bei Niedrigwasser ziemlich trocken werden kann, geschlossener Besiedlungsgürtel:

Vaucherietum compactae.

Charakterart: *Vaucheria compacta* (5). Begleiter: Am landeinwärtigen Rand des Gürtels *V. sessilis* (3), *V. geminata* (3), *V. terrestris* (2), *V. Woroniniana* (2), im flußaufwärtigen Grenzgebiet des Tidenhubs außerdem *V. medusa* (2—3), *V. litorea* (1).

2. Bei Niedrigwasser auf nassem Schlick, geschlossene größere Besiedlungsflächen:

Euglenetum obtusae.

Charakterarten: *Euglena obtusa* (5), *Eu. satelles* (3). Begleiter: Kieselalgen (4—5), *Eu. sociabilis* (1—2).

C. In Dauerpfützen der Tidenhubzone.

1. Schlick, der bei Niedrigwasser mit einer sehr flachen Wasserschicht bedeckt ist (von 1—3 mm Tiefe), innerhalb der meist recht kleinen Pfützen meist vereinzelte, aber auch geschlossene Watten: *Oscillatoria formosa* (3), *O. tenuis* (3), dazu in reinem Süßwasser *O. limosa* (2), *O. curviceps* (2) sowie einige Eugleninen.

2. Größere Pfützen, lockere bis sehr dichte Besiedlung: *Cladophora glomerata* (4), *Ul. zonata* (2), *Spirogyra* spp. (2), *Oedogonium* spp. (1—2), *Oscillatoria curviceps* (1), *O. limosa* (1), *Beggiatoa minima* (1). Hinzu kommen zurücktretend auch Formen der Gruppe A, nicht aber *Blidingia.* In reinem Süßwasser leitet die Besiedlung über zur normalen Teichflora.

D. An Schwimmkörpern. Geschlossener Gürtel in Wasserspiegelhöhe.

1. In der Weser bis etwa km 50: *Cladophora glomerata* (5), *Ulothrix zonata* (im Frühjahr 4), *Stigeoclonium tenue* (3—4, meist im Frühjahr), *Vaucheria sessilis* (und vielleicht andere *Vaucheria*-Arten, 3), *Draparnaldia plumosa* (2), *Bangia atropurpurea* (2), *Oedogonium* sp. (1—2).

2. In der Weser ab km 57: *Ulothrix flacca* (2—3), *Cladophora sericea* (2), *Ectocarpus siliculosus* (2).

An den Schwimmkörpern kommen die Formen von den entsprechenden Stellen der Uferbesiedlung hinzu, die bis etwa km 50 zurücktreten, ab km 57 aber herrschen.

Die Zusammenstellung ergibt 25 Arten, die für den Bereich des Tidenhubs als typisch anzusehen sind. Hinzu kommen etwa 15 Arten in Dauerpfützen und an schwimmenden Anlegern. Diese geringen Zahlen zeigen, daß hier in Wirklichkeit eine sehr strenge Auslese herrscht. — Entsprechend treten die wenigen Formen, die diese Auslese überstehen, zum großen Teil als Massenformen auf oder doch in großen Häufigkeiten. Dabei sind für jedes Substrat in diesem Gebiet jeweils nur eine oder einige wenige Arten kennzeichnend und herrschend.

Die Auslese durch das Substrat ist leicht verständlich. Es überrascht vielleicht auf den ersten Blick, daß die Besiedlungsdichte auf weichem Substrat umgekehrt ist als in den Seen des hiesigen Gebietes, wo der Sand eine gewisse, manchmal sogar reiche Besiedlung trägt, während der Schlamm

fast oder ganz frei von autotrophen Organismen ist. In der Unterweser ist aber der Sand nur an solchen Stellen nicht von Schlick bedeckt, wo eine stärkere Wasserbewegung herrscht, die dann auch den Sand des Bodens mit bewegt und so eine Besiedlung des Bodens verhindert. Anderseits ist der im Brackwasser abgesetzte Ton doch nicht so stark verunreinigt wie der Faulschlamm der Seen und enthält keine die autotrophen Wesen tötenden Abbauprodukte. Daher haben sich gerade auf ihm verschiedene, der verschiedenen Konsistenz des Schlicks und seinem verschiedenen Wassergehalt angepaßte Pflanzengesellschaften entwickelt.

Von den beiden anderen wichtigen Faktoren, die in der Tidenhubzone sich auswirken, dem periodischen Trockenliegen der Algen und dem Schwanken sowie der verschiedenen durchschnittlichen Höhe des Salzgehaltes ist für die Süßwasseralgen in der Flußstrecke der Weser zwischen Bremen (km 0) einerseits und dem Gebiet zwischen Klippkanne (km 42) und Nordenham (km 57) anderseits sicherlich der erste weit wichtiger. Es ist wesentlich, dies zu sagen, da Hustedt (1957, S. 419) für die Kieselalgen in der Unterweser zu anderen Auffassungen gekommen ist. Er schreibt: „Alle bisherigen Untersuchungen . . . behandeln vor allen Dingen das Problem der Austrocknung. Dieses Problem scheint mir für die Diatomeen der Tidenhubzone von geringerer Bedeutung zu sein als die Konzentrationsverhältnisse des Mediums." Daß für die von uns untersuchten Algengruppen das Austrocknen viel wichtiger ist als die im Gebiet herrschende Salzkonzentration, erkennt man nicht so sehr daran, daß die Planktonalgen des Süßwassers sich in diesem Gebiet lebend erhalten und erst bei höheren Salzkonzentrationen absterben (im Gegensatz zu den Kieselalgen, bei denen die Massenformen des Süßwasserplanktons in der Unterweser verschwinden und durch Brackwasserformen ersetzt werden), sondern das zeigt vor allem die Besiedlung der Schwimmkörper und der Dauerpfützen in diesem Flußteil, die ja nicht trockenfällt, wohl aber dem normalen Salzgehalt dieses Wassers ausgesetzt ist, und die aus den Süßwasseralgen des Litorals der Weser oberhalb Bremens und damit aus den Litoralalgen der eutrophen Seen unserer Heimat besteht (Vergl. S. 100), während in der periodisch trockenfallenden Uferbesiedlung die Brackwasserformen herrschen und an Süßwasserarten fast nur solche Formen gefunden werden, die auch sonst als Luftalgen bekannt sind: *Hormidium*-Arten, *Phormidium autumnale, Ph. Corium, Microcoleus vaginatus, M. paludosus.* Nicht aërophytische Süßwasseralgen fanden sich nur in sehr geringer Zahl und auch dann nur in Form vereinzelter Fäden, die in den Watten von *Blidingia* gegen das Austrocknen mehr oder weniger geschützt sind. Meist kamen sie dabei auch mehr in den unteren Teilen des *Blidingia*-Gürtels vor, wo sie nur kurze Zeit nicht vom Wasser bedeckt sind.

Welches beim Vertrocknen der Algen letzten Endes die physiologische Ursache für ihr Absterben ist, darüber ist mit diesen Ergebnissen nichts gesagt. Natürlich muß man damit rechnen, daß vielleicht eine zunehmende

Konzentration von Salzen beim Verdunsten des Wassers auf den Thalli der Algen eine Rolle mit spielt. Aber bewiesen ist darüber nichts, und wenn es so wäre, so würde etwa das Absterben der Süßwasseralgen in der Unterweser doch nicht auf eine spezielle Einwirkung des Brackwassers zurückzuführen sein, sondern auf das Trockenliegen; denn im Unterlauf der Wümme, wo wir Ebbe und Flut in reinem Süßwasser haben, sind die gleichen Verhältnisse: auch hier fehlen in der eigentlichen Tidenhubzone die Süßwasseralgen vollständig, während der letzte schwimmende Anleger dieses Gebietes, der in der Lesum etwa 1 km unterhalb des Einflusses der Wümme liegt, dicht von ihnen besiedelt ist.

Im letzten Teil der Unterweser, beim Beginn der Sprungzone des Salzgehaltes, bekommt auch der zunehmende Salzgehalt starken Auslesewert. Bei den schwimmenden Anlegern von Nordenham fehlen zum erstenmal fast alle die genannten Süßwasseralgen und werden durch marine und Brackwasserformen ersetzt. Nur die aërophytische *Phormidium autumnale* hält sich noch weiterhin.

Für die in der Tidenhubzone der Küste beheimateten Meeresalgen kommt von den beiden genannten Auslesefaktoren natürlich nur die geringere Salzkonzentration als Begrenzung des Lebensraumes in Frage. *Ectocarpus siliculosus, Ulothrix flacca* und *Cladophora sericea* finden bei Nordenham ihre Grenze, wo die mesohaline Zone des Salzgehaltes in die oligohaline übergeht. Die verschiedenen *Enteromorpha*-Arten und *Blidingia* dringen jedoch weiter vor, jeweils bis zu den in der Zusammenstellung genannten Orten. Dabei müssen auch die am weitesten ins Süßwasser gehenden Arten, *Blidingia minima* und *Enteromorpha intestinalis,* wohl ursprünglich Salzwasserformen sein. Dafür spricht die Tatsache, daß beide in der Wesermündung bei Blexen als Massenform die gesamte Breite der Tidenhubzone besetzen, während sie im weniger salzhaltigen Wasser nur auf einen ganz engen Lebensraum beschränkt sind (Vergl. S. 95). Überraschenderweise begleitet die bisher nur als marin angegebene *Ulothrix pseudoflacca Blidingia minima* bis an ihre äußersten Fundorte oberhalb des Weserwehres.

Aus der Tatsache, daß die litoralen Meeresalgen beim Besiedeln des Weserästuars sich nur auf die geringere Salzkonzentration einzustellen brauchen, während die Süßwasserformen sich sowohl einem höheren Salzgehalt als auch einem periodischen Trockenliegen anpassen müssen, erklärt es sich also, daß die Grenze zwischen Meeresformen und Süßwasserformen in der Weser nicht bei einer mittleren Salzkonzentration liegt, sondern daß die Meeresalgen weit mehr ins Süßwasser dringen als die Süßwasseralgen in stärker salzhaltiges Wasser. Vielleicht ist die allgemein unsymmetrische Lage dieser Grenze zwischen Süßwasser- und Salzwasserformen und damit des Artenminimums der Brackwasserorganismen nicht nur „durch die hohe Empfindlichkeit der meisten Süßwasserorganismen gegen geringe Salzgehaltserhöhungen des Wassers hervorgerufen", wie Remane annimmt (Remane und Schlieper 1958, S. 67), sondern mindestens zum Teil auf die gleiche Ursache wie eben zurückzuführen.

Neben den Meeresalgen finden sich — im Gegensatz zu den Nichtkieselalgen des Planktons — im Litoral auch Formen, die nur auf das Brackwasser beschränkt sind, hier aber zum Teil Massenformen bilden können. Hierher gehört vor allem *Euglena obtusa,* die nur ganz vereinzelt in stark verschmutztem Süßwasser gefunden ist und sonst nur im Brackwasser vorkommt, hier aber ein Toleranzgebiet von sehr geringen Salzkonzentrationen an bis zu etwa 2 % Salzgehalt aufweist. Ihr Begleiter, *Eu. satelles,* ist etwas mehr ans Süßwasser angepaßt und findet sich im Gebiet der Sprungzone nicht mehr.

Wahrscheinlich sind auch mehrere der sogenannten halophilen *Vaucheria*-Arten reine Brackwasserformen. Eine Reihe von Arten dieser Gattung wird allgemein als Brackwasseralgen bezeichnet (Vergl. Dangeard 1939, S. 189), doch steht der Nachweis, daß diese Formen aufs Brackwasser beschränkt sind, wohl überall noch aus. *Vaucheria litorea* und *V. medusa* fanden sich in meinen Untersuchungen nur an den obersten Ausläufern des Brackwassergebietes. Auch Rieth (1956a, S. 149) gibt für die erstere an, daß sie im Salzgebiet bei Artern niedere Salzkonzentrationen bevorzuge und bei 0,5 % Salz Massenvegetation entwickele. Ebenso kultiviert er die zweite Art bei einem Salzgehalt von 0,57 % (1956b, S. 291). Auch die sonstigen Vorkommen dieser Art beziehen sich, soweit aus der Literatur zu ersehen ist, auf Brackwasser. Wenn *V. litorea* meist als Salzwasserform angegeben wird, so möchten hier Verwechslungen vorgekommen sein mit der in der Unterweser ungleich häufigeren, aber in der Literatur erst wenig zitierten *V. compacta.* Doch auch die wenigen bisher genannten Fundorte dieser Art beziehen sich fast nur auf Brackwasser. Hier müssen weitere Untersuchungen einsetzen.

Ganz unklar sind die Verhältnisse bei *Rhizoclonium hieroglyphicum.* Die von mir gefundenen Formen haben ihre beste Entwicklung unverkennbar in stärker konzentriertem Salzwasser. Sie benehmen sich ökologisch etwa, wie von der Subspecies *riparium* zu erwarten wäre, die in der marinen Biologie meist als selbständige Art, *Rh. riparium,* angegeben wird, die morphologisch aber in unseren Flüssen alle Übergänge zeigt zu dem typischen *Rh. hieroglyphicum,* das als Süßwasser- und Luftalge gilt und auch von mir im Zwischenahner Meer gefunden wurde. Hier müßten Kulturversuche entscheiden, ob vielleicht morphologisch gleiche, aber physiologisch verschiedene Rassen vorliegen.

Im ganzen finden sich im Gebiet der Unterweser für jede Salzkonzentration und für jede ihrer Schwankungen angepaßte Formen, so daß die meisten Substrate reich besiedelt sind. Eine Verödungszone wie beim Plankton ist im Litoral nirgends auch nur andeutungsweise festzustellen. Die extremen Verhältnisse in der Tidenhubzone werden dokumentiert durch die geringen Artenzahlen in den einzelnen Biotopen, aber die Individuenzahlen und zum Teil auch die Massenproduktion dieser Arten sind hoch. — Der Unterschied gegenüber dem Plankton erklärt sich natürlich dadurch, daß

es sich beim Plankton um Süßwasserformen handelt, deren einzelne Individuen durch die Strömung des Flusses vom reinen Süßwasser (bzw. in unserem Fall vom „Wesersüßwasser") bis in reines Salzwasser geraten und dabei irgendwann absterben, während die ortsfesten Litoralformen sich im Laufe zahlreicher Generationen unter langsamem Vordringen in andere Habitate allmählich an andere Salzkonzentrationen anpassen konnten.

D. Die Verschmutzung der Unterweser

Um den Verschmutzungszustand eines Gewässers zu kennzeichnen, verwendet man bekanntlich das Saprobiensystem von Kolkwitz und Marsson. Es ist das einzige, das gestattet, die Ergebnisse mit den an anderen Orten und von anderen Untersuchern gewonnenen zu vergleichen, deshalb müssen wir es auch unseren Bestimmungen zugrundelegen. Eine Schwierigkeit für seine Anwendung besteht für uns darin, daß die Massenformen an den Ufern der untersuchten Flüsse von Brackwasseralgen gestellt werden, deren Indikatorwert in diesem System nur sehr ungenau umrissen oder gar nicht angegeben ist. Die eigenen Untersuchungen erwiesen, daß diese Algen gegenüber Verschmutzung eine sehr breite Toleranz haben; sie kommen als Massenformen sowohl an stark verschmutzten wie auch an verhältnismäßig reinen Stellen vor. Ihre üppigste Entwicklung ist allerdings meist an den Orten stärkerer Verschmutzung, so daß sie mit einer gewissen Vorsicht als Anzeiger solcher herangezogen werden konnten.

Für die meisten der im Saprobiensystem verwendeten Indikatoren mußte man erwarten, daß ihr Vorkommen nicht nur durch den Grad der Verschmutzung des Flusses, sondern auch durch andere Faktoren, den Tidenhub und den Salzgehalt, bestimmt wurde. Auch aus diesem Grunde mußten die schon genannten Stellen im Flusse, die den Wirkungen des Tidenhubs entzogen waren, bei der Untersuchung bevorzugt werden. Glücklicherweise war weiter die einzige Massenform unter den atmophytischen Süßwasseralgen, *Phormidium autumnale,* ein ausgezeichneter Verschmutzungsanzeiger. (Vergl. S. 97.)

Vor allem aber erwies sich das Plankton als guter Indikator. Es wird allgemein auch bei Flüssen mit verwendet für die Bestimmung der Verschmutzung, obwohl es durch die Strömung des Wassers mit seiner Zusammensetzung oft nicht die Verhältnisse am Entnahmeort widerspiegelt, sondern zumindest a u c h Formen enthält, die einem weiter flußaufwärts gelegenen Zustand entsprechen. Da in der Unterweser die Vorwärtsbewegung des Wassers durch sein Hin- und Herpendeln im Tidenhub stark verzögert wird, konnte sich hier das Plankton den Verhältnissen der einzelnen Flußteile besser anpassen und so als guter Indikator verwendet werden.

Auf diese Weise wurden die Nachteile, die sich aus dem Vorhandensein des Tidenhubs für unsere Untersuchungen ergaben, im wesentlichen ausgeglichen. Es gelang aber nicht, die Wirkungen des Salzgehaltes von denen

der Verschmutzung zu trennen, so daß die Ergebnisse für die Gebiete stärkeren Salzgehaltes (ab Nordenham) unsicher sind.

Zur Anwendung des Saprobiensystems selbst muß noch einiges Allgemeine gesagt werden:

Die an verschmutzten Orten vorkommenden Organismen können grundsätzlich saprobiont, saprophil, gegen Verschmutzung indifferent oder auch saproxen sein. (Zur Erklärung der Ausdrücke vergleiche Thienemann 1950, S. 31 und Hustedt 1957, S. 191 ff.) Die saprobionten oder biotopgebundenen Arten würden natürlich die besten Indikatoren für Verschmutzung abgeben; denn jede von ihnen würde für sich allein schon durch ihre Anwesenheit die Verschmutzung anzeigen. Leider sind aber solche Formen sehr selten, und wir müssen zur Kennzeichnung verschmutzter Gewässer auch die saprophilen Formen mit heranziehen, die also nicht nur hier, sondern auch in anderen Biotopen als Massenformen auftreten können. Ja, wir müssen diese saprophilen Formen sogar in erster Linie verwenden; die Leitformen des Kolkwitzschen Systems bestehen fast nur aus ihnen. Auch damit kommt man zu gesicherten Ergebnissen, wenn man nicht nur einzelne Formen, sondern die ganze Lebensgemeinschaft, also die Gesamtheit der an der Untersuchungsstelle vorkommenden Arten berücksichtigt.

Und was für die Gesamtheit der eine Verschmutzung anzeigenden Formen gilt, das gilt in noch höherem Maße für die Indikatoren der einzelnen Verschmutzungsstufen. Kolkwitz und Marsson bezeichnen als polysaprob, mesosaprob und oligosaprob solche Formen, die in ihrer Gesamtheit ein Gewässer als polysaprob, mesosaprob oder oligosaprob kennzeichnen. Die einzelnen gefundenen Formen brauchen dabei also nicht polysaprobiont usw. zu sein und sind es auch fast nie, da eine feste Bindung an eine bestimmte Saprobienstufe noch seltener ist als eine solche an Verschmutzung überhaupt, ja, vielleicht überhaupt kaum vorkommt. Auch hier genügen wieder coenophile Formen. Allerdings darf man sich jetzt noch weniger als vorher damit begnügen, einzelne Arten als Leitorganismen in den Vordergrund zu stellen, sondern man muß die ganze in Betracht kommende Lebensgemeinschaft untersuchen (Vergl. Kolkwitz 1950, S. 5). Da aber das Vorkommen der einzelnen Formen in den verschiedenen Verschmutzungsstufen der Gewässer sehr verschieden ist, ein *Sphaerotilus* oder eine *Euglena viridis* als Massenform auf ein viel stärker verschmutztes Gewässer hinweisen als etwa ein *Pediastrum Boryanum* oder ein *Closterium moniliferum,* so müssen wir meiner Ansicht nach — immer in dem obengenannten Sinne — die einzelnen Leitformen auch weiterhin bestimmten Saprobienstufen zuweisen, und ich glaube, daß die bisher seit Kolkwitz und Marsson verwendeten Namen dabei auch weiterhin verwendet werden sollten. Ich verstehe die Bedenken Hustedts dagegen: die Ausdrücke „mesosaprob" und „mesosaprobiont" bezeichnen dann etwas ganz verschiedenes. Aber wenn man in Hustedts Sinne mesosaprob gleich mesosaprobiont setzt (Hustedt 1957, S. 195), so gibt es kaum sichere mesosaprobe Formen, bei

den Kieselalgen so wenig wie bei den übrigen (und erst recht kaum gesicherte α- bzw. β-mesosaprobe Formen). Dafür müßte man dann aber für die mesosaproben Formen im Sinne Kolkwitzens, die doch auch für uns die einzelnen Stufen kennzeichnen müssen, einen neuen Namen finden, der dann doch irgendwie die gleichen Wortstämme enthalten müßte. Damit würden wir aber die Verwirrung nur vermehren. Der Vorschlag Hustedts, für verschmutzungsanzeigende Formen nur allgemein den Ausdruck Saprophyten zu gebrauchen, leidet darunter, daß die Indikatoren dann nicht aufgegliedert werden in die vier Stufen, was doch unbedingt nötig ist. Außerdem wird der Ausdruck „Saprophyt" in der Biologie in anderem Sinne gebraucht.

In seiner Anwendung bei den Algen hat das Saprobiensystem gewisse Mängel. So ist die Nomenklatur und die Systematik der Indikatorarten auch in der neuesten Auflage Kolkwitzens (1950) etwa auf dem Stande der Jahrhundertwende stehengeblieben. (Man vergleiche etwa die Fassung von *Ulothrix subtilis,* von *„Raphidium polymorphum"*, oder die *Scenedesmus*-Arten.) Daher kommt es mit, daß von den 540 bei dieser Untersuchung gefundenen Formen nur 118 im Kolkwitzschen System genannt sind, und auch diese teilweise unter älteren Gattungsnamen oder unter anderen nicht immer eindeutigen älteren Bezeichnungen. Dabei wollten Kolkwitz und Marsson ursprünglich offensichtlich alle an verschmutzten Stellen regelmäßig vorkommenden Formen auch als Indikatoren verwenden.

Im Gegensatz dazu hat Liebmann in jüngster Zeit (1951) die Zahl der Indikatorarten wesentlich herabgesetzt. Er will als Leitformen nur solche Arten aussuchen, die ökologisch besonders einseitig sind. Dabei hält er einen großen Teil der Algen für Ubiquisten und berücksichtigt sie deshalb nicht. Diese Entwicklung steht aber nicht im Einklang mit der sowohl von Kolkwitz als auch von Liebmann selbst anerkannten und oben ausführlich begründeten Forderung, daß nicht nur einzelne Leitformen, sondern vor allem die ganzen Lebensgemeinschaften im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen müßten; denn in einer Lebensgemeinschaft hat jeder dort vorkommende Organismus Bedeutung und muß beachtet werden. Außerdem ist die Zahl der Ubiquisten unter den Algen in Wirklichkeit nicht sehr groß (Vergl. Behre 1956, S. 276 und ebenso Fjerdingstad 1950, Figur 30). — Die starke Herabsetzung der Zahl der Leitformen durch Liebmann birgt weiter die Gefahr in sich, daß der Ausfall einzelner von ihnen, die auf Grund anderer Faktoren als der Verschmutzung ausscheiden, bei der geringen Zahl der überhaupt noch vorhandenen Leitformen sich so stark auf die Gesamtergebnisse einer Untersuchung auswirkt, daß das Gesamtbild dadurch verfälscht wird. (Vergl. S. 120.) Das sind die Gründe, weshalb ich dem Liebmannschen System nur mit Bedenken folge und auch die Ergebnisse, die sich bei Verwendung der Kolkwitzschen Bewertungen ergeben (Kolkwitz 1950), überall mit heranziehe. — Auf die unterschiedliche Bewertung der einzelnen Indikatorformen selbst bei Kolkwitz und bei Liebmann und die sich daraus

ergebende verschiedene Beurteilung der Gewässer werde ich später eingehen. (S. 119.) Ebenso werde ich die Ergebnisse der bedeutsamen Arbeit von Fjerdingstad (1950) an den entsprechenden Stellen, vor allem im autökologischen Teil, mit heranziehen.

Mit eigenen Änderungen in der Bewertung bin ich zurückhaltend gewesen, aber mehrere von den Autoren genannte Arten habe ich nicht berücksichtigt, so vor allem *Rhizoclonium hieroglyphicum,* das von Kolkwitz wie von Liebmann als oligosaprob angegeben wird, das in der Weser aber seine Hauptentwicklung gerade in den Gebieten stärkerer Verschmutzung, zwischen dem Stadtkern von Bremen und der Lesummündung hat und das auch in der Geeste in Bremerhaven, dem am stärksten verschmutzten Teil unseres Untersuchungsgebietes, üppig gedeiht. Vielleicht liegen bei dieser Art ökologisch verschiedene Rassen vor. Ebenso habe ich das von Kolkwitz als α (bis β) -mesosaprob angegebene *Stigeoclonium tenue* nicht mit verwertet, da es eine sehr breite Toleranz hat und eine der wenigen Fadenalgen ist, die noch in oligotrophen Seen mit reinem Süßwasser häufig sind. Schließlich sind auch *Ulothrix subtilis* und *Ul. variabilis* fortgelassen, die systematisch nicht zu trennen sind, nach Kolkwitz aber verschiedene Saprobienstufen kennzeichnen sollen.

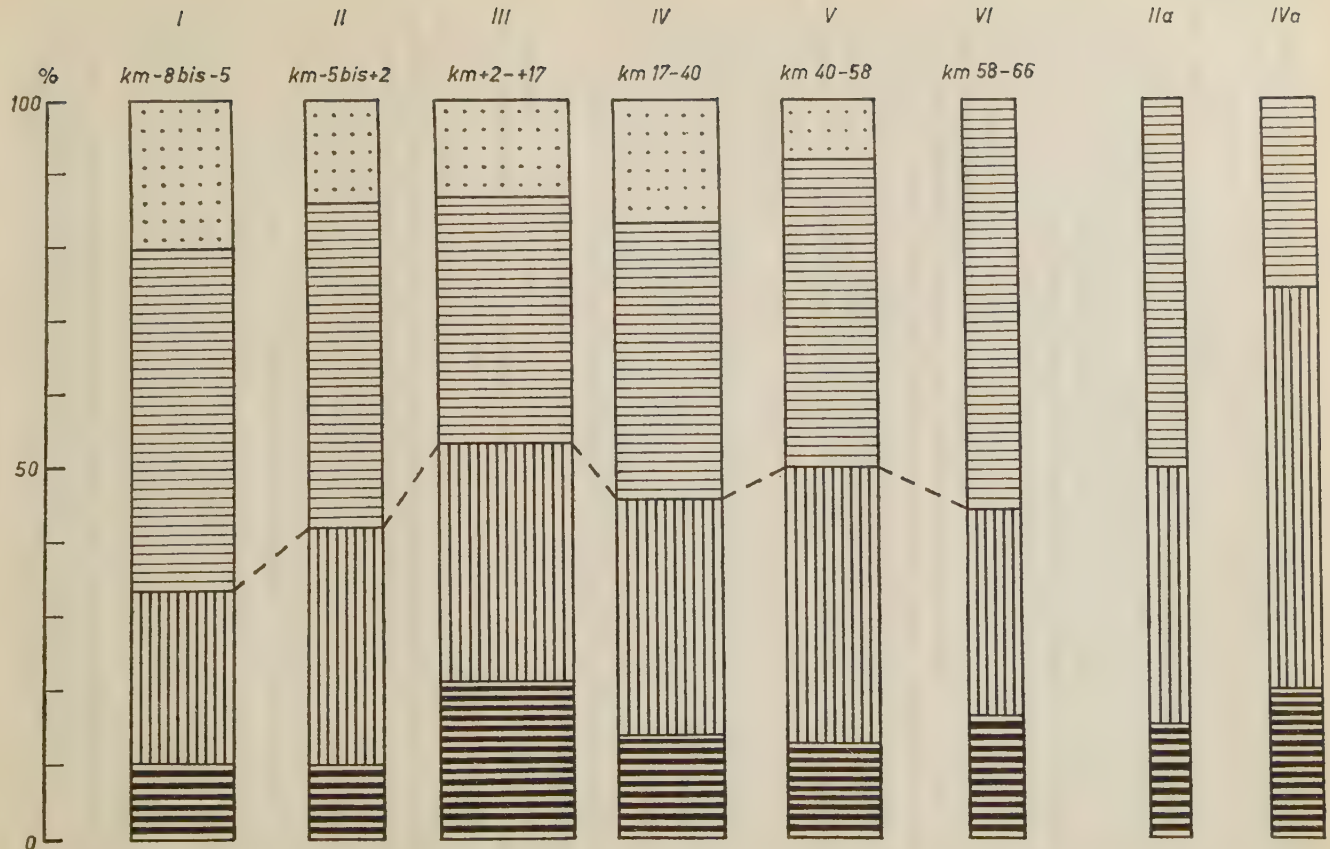
In letzter Zeit hat die Auswertung der Untersuchung eines Flusses auf Grund des Saprobiensystems eine diagrammatische Darstellung durch Knöpp erfahren (Knöpp 1954). Knöpp gibt jedem an einem Untersuchungsort gefundenen Leitorganismus entsprechend der Häufigkeit seines Vorkommens dort einen der Indikatorwerte 1 bis 7 und addiert dann diese Werte für jede Saprobienstufe. Die so erhaltenen Summen werden nun ihrerseits geometrisch addiert zu einer für den einzelnen Untersuchungsort kennzeichnenden Gesamtsumme der vier Verschmutzungsstufen. Die auf diese Weise (für die verschiedenen an einem Fluß aufeinanderfolgenden Untersuchungsorte) erhaltenen Strecken bilden nun die Ordinaten eines Diagramms, dessen Abszisse die Entfernung der einzelnen Untersuchungsorte von einem Nullpunkt, etwa der Quelle des Flusses, angibt. Als Nullinie des Diagramms dient die Grenze zwischen der α- und der β-mesosaproben Stufe. Die Werte für die Stufen stärkerer Verschmutzung werden von ihr aus als Ordinaten nach unten, die für die Stufen geringerer Verschmutzung nach oben abgetragen. Zwischen den jeweils aufeinanderfolgenden Ordinaten werden nun die einander entsprechenden Grenzpunkte zwischen den verschiedenen Verschmutzungsstufen durch Geraden verbunden, und die auf verschiedene Weise schraffierten Flächen zwischen diesen Verbindungsgeraden stellen die Anteile der einzelnen Saprobienstufen an der Gesamtbesiedlung des Gewässers dar. Durch sie wird die Besiedlung der Strecken zwischen den einzelnen Untersuchungspunkten gewissermaßen zeichnerisch interpoliert.

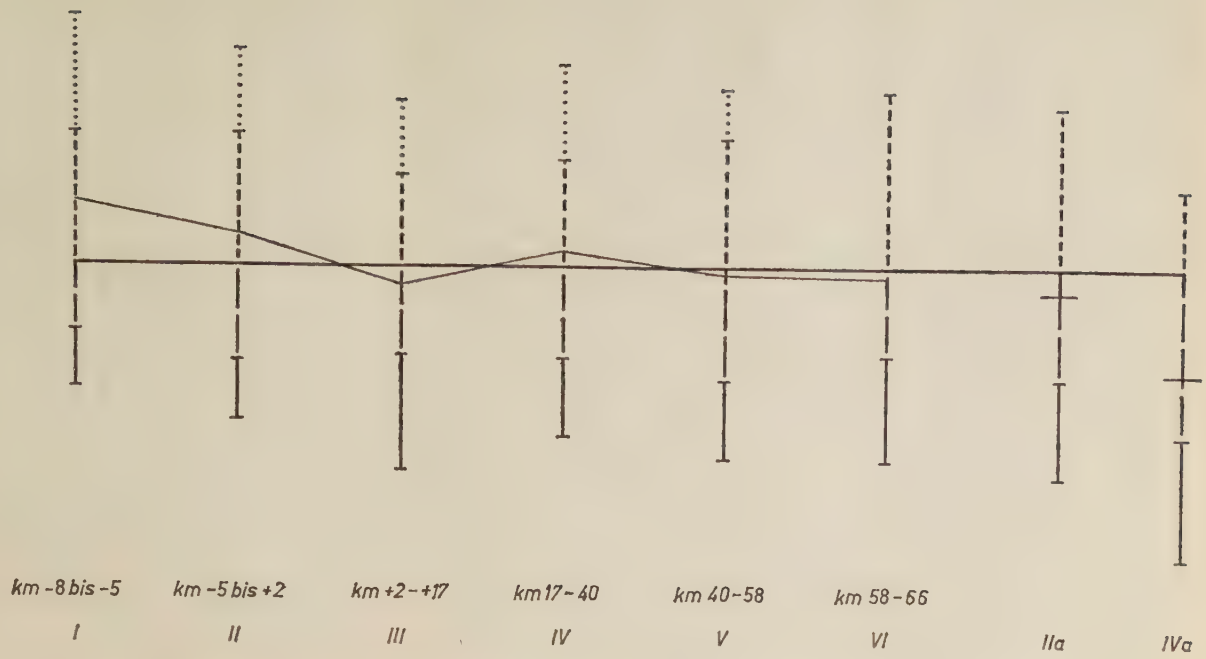
Diese Darstellung ist sehr übersichtlich, doch sie hat auch ihre Schwächen. Sie setzt voraus, daß die Untersuchung eines Flußlaufes — für eine Vergleichsmöglichkeit auch bei wiederholten Besuchen — an bestimmten einzel-

nen und immer den gleichen Punkten geschieht. Diese Punkte müssen Extremwerte der Verschmutzung (Maxima oder Minima) darstellen, wenn die Interpolation für die zwischen den Untersuchungspunkten liegende Flußstrecke sinnvoll sein soll. Diese Extremwerte sind nun zwar manchmal, aber durchaus nicht immer bei der Probenentnahme als solche abzuschätzen. Sie können mit der Jahreszeit und mit schwankender Größe der Verschmutzungsfaktoren wechseln. Sie müßten für jede der vier Saprobienstufen zugleich Extremwerte darstellen, wenn die Interpolation nicht allzu ungenau werden soll. Gerade diese letzte Bedingung wird aber fast nie erfüllt. Außerdem würden die Zwischenwerte für den nicht untersuchten Flußteil im allgemeinen keine gerade Linie ergeben, wie sie es bei einer Interpolation tun. So bringt diese Darstellung doch erhebliche Ungenauigkeiten mit sich. Sie ist vor allem dann unzweckmäßig, wenn die Probenentnahme sich nicht auf einzelne, feste Stellen beschränkt, die immer wieder besucht werden, sondern mehr oder weniger über den ganzen Flußlauf verteilt wird, wie es bei meinen Untersuchungen geschah. Bei dieser Art des Arbeitens kann man bei jedem Besuch die jeweils günstigsten Stellen aussuchen und somit ein vollständigeres Bild der gesamten Algenflora gewinnen. Die Untersuchung von Strecken statt einzelner Punkte eines Flußlaufes hat darüber hinaus noch den Vorteil, daß man eigentlich nur hierbei das Plankton mit voll verwerten kann, da es bei der Entnahme an einer bestimmten Stelle eines fließenden Gewässers in seiner Zusammensetzung ja nicht den Verhältnissen gerade dieser Stelle, sondern denen einer kürzeren oder längeren vorhergehenden Flußstrecke entspricht. Es hinkt gewissermaßen den jeweiligen ökologischen Verhältnissen gegenüber immer etwas nach.

Schwerere Mängel zeigen die Kurven, in denen die Knöppsche Darstellung gipfelt. Seine „Schwerpunktslinie", die durch die Verbindung der Mittelpunkte der genannten Ordinaten entsteht, hat den Nachteil, daß ihr Verlauf nicht nur durch das Mengenverhältnis der für die einzelnen Saprobienstufen gefundenen Formen bestimmt wird, sondern auch durch ihre Gesamtmenge, und zwar nicht in dem Sinne, daß eine geringere Häufigkeit der gefundenen Organismen stets eine stärkere Verschmutzung anzeigt, wie es sinnvoll wäre, sondern so, daß Verarmungs- und Verödungszonen den Verlauf der Kurve stets zur X-Achse hin drängen, also je nach der Lage der Kurve oberhalb oder unterhalb der X-Achse eine Verschlechterung oder eine Verbesserung des Zustandes vortäuschen.

Die „Gütelinie" Knöpps (und ebenso die „Belastungskurve"), bei denen das Prozentverhältnis der Indikatorwerte zugrunde gelegt wird, vermeiden diesen Nachteil. Dafür kann man an ihnen aber nicht erkennen, wie hoch die absolute Zahl der Indikatorwerte und damit der Sicherheitsgrad des Ergebnisses ist. Als Aushilfe für die extrem unsicheren Fälle wird der diesen entsprechende Teil der Kurve bei Knöpp in Klammer gesetzt. — Alle Kurven Knöpps haben den entscheidenden Mangel, daß sie in Wirklichkeit nur auf einer Gruppierung der Indikatoren in zwei statt, wie unter-


I
II
III
IV
V
VI
IIa
IVa
%
km -8 bis -5
km -5 bis +2
km +2 – +17
km 17–40
km 40–58
km 58–66
100
50
0



Textabb. 1: Saprobienspektren und Einstufungen der unteren Weser nach den Bewertungen von LIEBMANN.

schieden, in vier Gruppen aufbauen. Sie verwerten nur die Unterscheidung in polysaprobe und α-mesosaprobe Formen einerseits und in β-mesosaprobe und oligosaprobe anderseits. Für den Verlauf einer solchen Kurve ist es also bedeutungslos, ob ich an einer Untersuchungsstelle eine große Zahl von polysaproben Formen neben einer geringen von α-mesosaproben gefunden habe oder ob die Zahlenwerte umgekehrt sind. Das gleiche gilt für das Verhältnis der β-mesosaproben und der oligosaproben Formen zueinander. Diese hier nicht beachteten Unterschiede sind aber sehr wichtig, und man kann die Knöppschen Kurven daher nicht für die Einstufung eines Gewässers in eine der vier Verschmutzungsstufen verwenden.

Aus allen diesen Gründen habe ich eine andere Form der Darstellung gewählt. Die Verteilung der gefundenen Organismen auf die einzelnen Verschmutzungsstufen bilde ich ab durch eine Kolumnendarstellung, die sich an diejenige Höhnks für die Pilze (Höhnk 1956 und 1958) anlehnt, aber zusätzlich die verschiedene Gesamthäufigkeit der Funde durch eine verschiedene Breite der Kolumnen zum Ausdruck bringt. Die Indikatorwerte selbst werden festgestellt wie bei Knöpp, indem die Häufigkeit der betreffenden Arten in den einzelnen Teilen des Flußlaufes durch die Zahlen 1 bis 7 dargestellt wird und diese Zahlen für die einzelnen Arten jeder Saprobienstufe addiert werden. Arten, die für zwei Verschmutzungsstufen kennzeichnend sind, werden je zur Hälfte ihres Indikatorwertes beiden Stufen zugezählt. Die Summen der einzelnen Stufen werden dann zur Gesamtsumme der untersuchten Strecke in ein Prozentverhältnis gebracht und jeweils als verschieden schraffierte Rechtecke übereinander gesetzt. Abbildung 1 (S. 114 u. 115) zeigt in ihrem oberen Teil die Darstellung für die untersuchten Teile der Weser. Je 1 cm Kolumnenbreite entspricht dabei 50 Indikatorwerten. Dieser Maßstab wurde auch bei den Zuflüssen stets verwendet. Die wichtigen α-β-Grenzen der einzelnen Kolumnen sind der Übersichtlichkeit halber durch punktierte Linien verbunden.

Diese Kolumnen zeigen nun die Verteilung der Algenbesiedlung in den verschiedenen Teilen der Unterweser auf die vier Saprobienstufen. Sie sind in dieser Form aber nicht geeignet, um die Teile selbst in einer der Stufen einzureihen, da etwa bei einer auf sie aufgebauten „Gütelinie" im Sinne Knöpps die vier Stufen wieder — wie bei Knöpp — nur als zwei Gruppen wirken würden. Um hier den beiden extremen Stufen, der oligosaproben und der polysaproben, das ihnen zukommende Gewicht zu geben, habe ich daher die Summe ihrer Indikatorwerte verdoppelt, die aus den vier Stufen dann neu erhaltene Summe als Hundert gesetzt und jetzt eine im weiteren der Knöppschen „Gütelinie" entsprechende Kurve gebildet, also die Grenze zwischen α- und β-mesosaprob als Nullinie genommen, auf ihr als Ordinaten nach oben und unten die in die vier Stufen unterteilten Hunderterwerte der einzelnen Teile des Flusses gesetzt und die Mittelpunkte dieser Ordinaten verbunden. Der Verlauf dieser Verbindungslinie durch eine bestimmte Saprobienstufe der einzelnen Ordinaten wurde als Zuteilung des betreffen-

den Flußteiles in diese Stufe angenommen. Die Abbildung 1 zeigt im unteren Teil die Ergebnisse für die Unterweser. Die Kurve wird mit den Kolumnen zu einer Abbildung zusammengefaßt, so daß man die aus der Kurve selbst nicht erkennbare Summe der Indikatorwerte jeweils aus den darüber stehenden Kolumnen auch für die Kurve ablesen kann. — Die Tabelle 2 bringt die der Gesamtabbildung zugrunde liegenden Indikatorwerte für die Verteilung der Organismen auf die vier Saprobienstufen, aber noch ohne Verdoppelung der Extremstufen. Sie ist aufgebaut auf den vorkommenden Algen (ohne die Kieselalgen), Flagellaten (einschließlich der Zooflagellaten und der übrigen farblosen Formen) sowie den im systematischen Teil genannten Bakterien, vor allem also den Eisenbakterien und den Schwefelbakterien. Nach den Bewertungen von Liebmann ergeben sich daraus für die Unterweser 42 Indikatorformen, nach denen von Kolkwitz 96 Formen. Die umfangreiche Tabelle, die die Häufigkeit dieser Formen in den verschiedenen Teilen des Flusses bringt, wurde nicht mit abgedruckt. Sämtliche Arten sind aber im systematischen Teil mit ihren Häufigkeiten genannt. Die Liebmannschen Indikatoren für polysaprob sind *Oscillatoria chlorina, Sphaerotilus natans, Zoogloea ramigera, Beggiatoa* spp., *Thiothrix nivea, Lamprocystis roseo-persicina, Trepomonas agilis, Hexamitus inflatus* und *Euglena viridis*. Sie sind alle nicht besonders häufig. Wichtiger und zahlreicher sind die Leitformen für α-mesosaprob, zu denen *Phormidium autumnale*, eine Reihe von *Oscillatoria*-Arten und *Anthophysa vegetans* zählen.

Tabelle 2

Indikatorwerte für die Bestimmung des Verschmutzungszustandes der Unterweser

	I	II	III	IV	V	VI	IIa	VIa
oligosaprob	14	7	12	12	5	0	0	0
β-mesosaprob	32	22	30	27	26	20	13	9
α-mesosaprob	16	16	29	23	23	10	9	19
polysaprob	7	5	19	10	8	6	4	7
Summe:	69	50	90	72	62	36	26	35

Die Kolumnendarstellung wie das Kurvenbild zeigen nun deutlich den insgesamt ungünstigen Zustand der Weser. Die polysaproben Formen umfassen 10—20 % der gesamten Indikatorwerte, die α- und die β-mesosaproben je etwa 20—50 %, während die oligosaproben stark zurücktreten, auf einzelnen Strecken gar nicht gefunden wurden und nur flußaufwärts von Bremen 20 % erreichen. Katharobe Arten wurden nicht gefunden.

Oberhalb Bremens verläuft die Zustandskurve fast mitten im β-mesosaproben Gebiet. Die Weser ist hier nach Liebmann also mäßig verunreinigt. Das ist noch durchaus erträglich, aber der Zustand ist trotzdem bedenklich,

und der Fluß kommt mit Vorbelastung in Bremen an, weil er ausgesprochen eutroph ist (Vergl. S. 94). Dadurch kann er leicht eine Wasserblüte bekommen, deren Zersetzung dann das Wasser ungenießbar und für viele Zwecke unbrauchbar macht.

In Bremen macht sich die Wirkung der Abwässer sofort stark bemerkbar. Die Zustandskurve sinkt bis fast an die untere Grenze des β-mesosaproben Gebietes, um dann unterhalb des Stadtkernes von Bremen in das α-mesosaprobe überzutreten. Daß die Kurve erst hier ihren Tiefstand erreicht, ist aus zwei Gründen zu verstehen. Einmal wird der Hauptteil der Haushaltsabwässer Bremens erst bei Mittelsbüren (km 12) in die Weser geleitet, und zum andern macht sich die Wirkung der Verschmutzung bei den Planktonalgen auch im Gebiet des Tidenhubs meist erst etwas unterhalb ihres Eintretens bemerkbar.

Flußabwärts der Lesummündung bessert sich der Zustand der Weser deutlich, sie ist wieder β-mesosaprob. Die Besserung ist aber nicht auf die Wirkung des Lesumwassers zurückzuführen, sondern auf eine kräftig einsetzende Selbstreinigung in der Weser selbst. Die Lesum ist durch Abwässer von Bremen aus stark belastet, und ihr Wasser ist an der Mündung nicht besser als das der Weser dort (Vergl. S. 142). Im Weserplankton treten auch unterhalb der Lesummündung zum Teil gerade die Arten wieder auf oder werden wieder häufiger, die oberhalb des Stadtgebietes häufig waren, in diesem aber seltener wurden und sich teilweise der Beobachtung ganz entzogen. Das Lesumplankton dagegen bringt der Weser nur sehr wenig neue Formen.

Im nächsten Abschnitt verschlechtert sich der Zustand des Flusses wieder, die Kurve ist wieder im α-Mesosaproben und bleibt hier nun bis zur Wesermündung. Bei dieser erneuten Verschlechterung wirken mehrere Faktoren zusammen. Der erste ist der Einfluß der Hunte, deren Wasser durch die Stadt Oldenburg wesentlich stärker belastet ist als das der Weser oberhalb der Huntemündung (Vergl. S. 155). Dann kommen hier die Abwässer von Brake in die Weser, und weiter unterhalb mündet eine Reihe stark verschmutzter Siele (Vergl. Höhnk 1956, S. 95 ff). Schließlich möchte auch das häufigere Auftreten von Schlickbänken in dem allmählich breiter werdenden Weserlauf das Untersuchungsergebnis in der Richtung zum Ungünstigeren beeinflussen.

Daß ein Schlicksubstrat mehr Verschmutzungsformen hat als ein anderes, zeigen vor allem die beiden kleinen Weserarme in Bremen und beim Harrier Sand. Der letztere hat im Gegensatz zum Hauptarm nirgends Steineinfassung, sondern ein stark schlickiges Ufer mit mehreren völlig verschlickten Buchten, und seine Besiedlung ist — in scharfem Gegensatz zum Hauptarm in diesem Gebiet — α-mesosaprob (Abb. 1, IVa), obwohl beide Arme von gleichartigem Weserwasser durchströmt werden und der Nebenarm im Gegensatz zum Hauptarm keine städtischen Abwässer erhält.

Ähnlich ist es in der Kleinen Weser in Bremen, einem blind endenden Nebenarm der Weser, dessen Boden sowohl wie der größte Teil der steinernen Ufereinfassung ganz mit Schlick bedeckt sind. Obwohl der Arm bei jeder Tide leerläuft und dann wieder frisches Weserwasser erhält, enthält seine Besiedlung wesentlich mehr Verschmutzungsformen als die des Hauptarmes in Bremen und ist im Gegensatz zu dieser α-mesosaprob. (Abb. 1, IIa.)

Beurteilt man den Verschmutzungszustand der Weser nach den Bewertungen von Kolkwitz, so ergibt sich eine Zustandskurve, die der nach Liebmann fast parallel läuft und vor allem an den gleichen Stellen ihre Maxima und Minima hat, aber überall um etwa eine Stufe günstiger liegt (Abb. 2, Kurve 3 und 4, S. 121). Lediglich im letzten Flußabschnitt, unterhalb von Nordenham, biegt die Kurve innerhalb des β-Mesosaproben stärker nach unten ab und zeigt damit eine Verschlechterung des Zustandes an, die sich bei der Bewertung nach Liebmann nicht ergibt.

Die allgemein verschiedene „Höhenlage" der beiden Kurven beruht darauf, daß bei Liebmann die Grenzen zwischen den einzelnen Verschmutzungsstufen tatsächlich verschoben sind gegenüber denen bei Kolkwitz. Er selber sagt, daß Kolkwitz manche Leitformen absichtlich zu günstig eingestuft habe, um einer zu ungünstigen Beurteilung der Gewässer vorzubeugen, und daß er (Liebmann) nun diese Einstufung wieder rückgängig gemacht habe. Bei ihm deckt sich der Begriff „oligosaprob" etwa mit „oligotroph" (1951, S. 151). Dem Begriff des Eutrophen soll keine Verschmutzungsstufe entsprechen. Aber nach dem vorher Gesagten kann ein eutrophes Gewässer nicht oligosaprob sein, sondern es muß mindestens β-mesosaprob sein. Das ist insofern sinnvoll, als bei eutrophen Gewässern durch Bildung von Wasserblüten und auf andere Weise leicht eine akute Verschmutzung eintreten kann. Auch darin muß man Liebmann recht geben, daß Kolkwitz manche Leitformen zu günstig einstuft. Kolkwitz bezeichnet zahlreiche für unsere eutrophen Seen kennzeichnende planktische Chroococcales und Chlorococcales als oligosaprob. Diese sind aber in der Lage, selbst starke Verschmutzung für längere Zeit zu ertragen. — Anderseits scheint mir Liebmann zu weit zu gehen, wenn er meint, daß die Desmidiaceen ihre Hauptentwicklung in der mesosaproben Zone haben. Die Desmidiaceen lieben zwar humose Gewässer, sie sind aber in ihrer Hauptmenge gegen Verschmutzung recht empfindlich. — Letzten Endes ist es eine Sache des Übereinkommens und der Zweckmäßigkeit, wo man die Grenze zwischen den einzelnen Verschmutzungsstufen ziehen will. Man muß aber zur Zeit beachten, daß in den beiden neuesten Darstellungen des Saprobiensystems die gleichen Ausdrücke für die einzelnen Stufen der Verschmutzung praktisch nicht die gleiche Bedeutung haben.

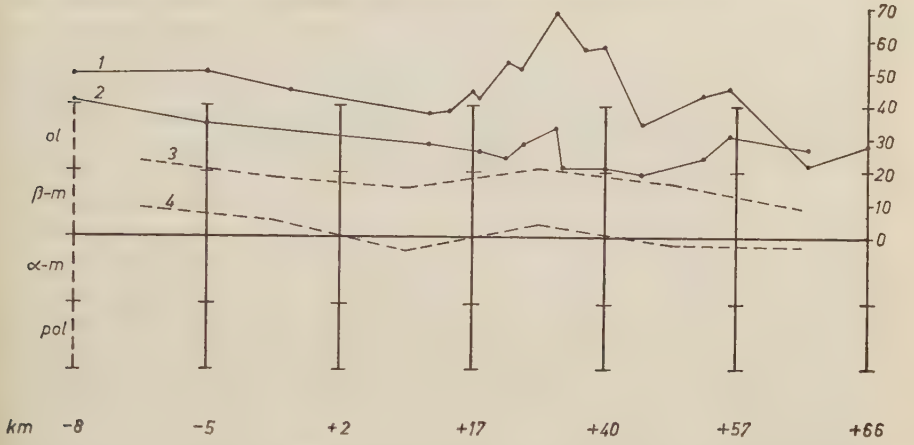
Auch das verschiedene Verhalten der beiden Kurven im Gebiet unterhalb von Nordenham hängt mit der eben genannten unterschiedlichen Beurteilung zusammen. Nach Kolkwitz zeigt sich die Verschlechterung der Lage vor allem dadurch, daß eine Reihe von ihm als oligosaprob angegebener

Plankter nicht mehr oder doch seltener als vorher auftreten. Diese waren aber bei den vorhergehenden Strecken stärkerer Verschmutzung erhalten geblieben und ebenso im stark verschmutzten Unterlauf der Hunte, sie verschwinden deshalb in der Wesermündung sicher nicht wegen einer zunehmenden Verschmutzung des Weserwassers, sondern wegen des hier in der Sprungzone beträchtlich zunehmenden Salzgehaltes. Daher möchte man annehmen, daß die Beurteilung Liebmanns, der die eben genannten Indikatoren nicht mehr hat, den wirklichen Verhältnissen eher gerecht wird. Doch auch von den Liebmannschen Indikatoren verschwinden mehrere vielleicht aus anderen Gründen als dem der Verschmutzung, und bei seiner an und für sich schon geringen Zahl von Indikatoren bleiben nur noch wenige übrig (insgesamt noch 14 Arten), so daß Zufallsergebnisse hier nicht ganz ausgeschlossen sind. Über den Zustand in der Wesermündung lassen sich daher auf Grund meiner Untersuchungen keine sicheren Angaben machen.

Noch eine andere Tatsache zwingt zur Vorsicht bei der Beurteilung der letzten Flußstrecke: Bei den Untersuchungen Hustedts über die Kieselalgen zeigte es sich immer wieder, daß die Entwicklung von halophytischen Formen durch Abwässer begünstigt wird und daß Halophyten und Saprophyten nicht immer eindeutig zu trennen sind (Hustedt 1957, S. 369, S. 375, S. 381). Bei den Nichtkieselalgen sind die in der Unterweser herrschenden Brackwasserformen ausnahmslos sehr unempfindlich gegen Schmutz, sie zeigen sogar an den Orten stärkerer Verschmutzung eine besonders üppige Entwicklung. Wir müssen daher auch bei den Süßwasseralgen damit rechnen, daß Verschmutzungsformen zum mindesten teilweise auch halophil sind, so daß eine Auslese durch den Salzgehalt zugleich eine solche im Sinne der Verschmutzungsformen darstellt und damit eine stärkere Verschmutzung vortäuschen kann.

Eine gute Bestätigung und Ausweitung der Verschmutzungsbefunde, die auf Grund des Saprobiensystems gemacht wurden, geschah unabhängig von diesem durch die Auswertung der Reihenuntersuchungen des Unterweserplanktons (Vergl. S. 85 ff). Die Kurven der Abbildung 2 (S. 121) zeigen, wie weit die Ergebnisse beider Untersuchungen einander entsprechen. Das Diagramm wurde gegenüber dem sonst verwendeten insofern abgeändert, als jetzt die den verschiedenen Verschmutzungsstufen entsprechenden Teilstrecken auf den Ordinaten gleich lang gemacht wurden (je ein Viertel der Ordinate), damit in das gleiche Diagramm sowohl die Kurve nach den Bewertungen Liebmanns (Kurve 4) als auch die nach Kolkwitz (Kurve 3) eingezeichnet werden konnte. Um die genauen Orte für die Entnahme der Planktonproben eintragen zu können, wurden weiter jetzt die einzelnen Untersuchungsstrecken der Weser durch die Zwischenräume zwischen den Ordinaten dargestellt, so daß die Ordinaten selbst also die Grenzen zwischen den einzelnen Teilstrecken des Flusses bedeuten. Die sich nach den Bewertungen Liebmanns bzw. Kolkwitzens ergebenden Einstufungen der einzelnen Flußstrecken wurden nun durch Punkte in der Mitte der Zwischen-

räume angegeben und durch gestrichelte Kurven verbunden, während die in den einzelnen Planktonproben gefundenen Artenzahlen jeweils an den Entnahmeorten als Ordinaten für die beiden — ausgezogenen — Kurven der Aprilfahrt (Kurve 2) und der Julifahrt (Kurve 1) dienten.



Textabb. 2: Vergleich der Artenzahlen des Weserplanktons mit den Einstufungen der Weser im Saprobiensystem.

Kurve 1: Artenzahlen des Planktons bei der Julifahrt 1957

Kurve 2: Artenzahlen des Planktons bei der Aprilfahrt 1957

Kurve 3: Einstufungen der Weser im Saprobiensystem nach den Bewertungen von Kolkwitz 1950

Kurve 4: Einstufungen der Weser nach den Bewertungen von Liebmann 1951.

Die Skala auf der linken Seite bezeichnet die Stufen des Saprobiensystems, auf der rechten Seite die Artenzahlen der einzelnen Planktonproben.

Die angegebenen Kilometerzahlen bezeichnen die Grenzen zwischen den in Bild 1 (S. 114 u. 115) angegebenen Flußabschnitten.

In den ersten beiden Dritteln der Untersuchungsstrecke (bis km 45) decken sich die Planktonbefunde mit den Einstufungen auf Grund des Saprobiensystems. Die höheren Artenzahlen entsprechen jeweils dem günstigeren, die niedrigeren dem weniger günstigen Zustand des Weserflusses. Das Artenminimum im Plankton wäre nach der Julifahrt etwas oberhalb, nach der Aprilfahrt etwas unterhalb der Lesummündung, während nach dem Saprobiensystem die Teilstrecke bis zur Lesummündung am ungünstigsten ist. Die Verbesserung der nächsten Teilstrecke nach dem Saprobiensystem tritt in den Planktonuntersuchungen scharf hervor und wird genauer begrenzt, indem bei beiden Fahrten das Artenmaximum gerade gegenüber der Huntemündung liegt. Auch die dann folgende erneute Verschlechterung des Zustandes hebt sich in den Artenzahlen des Planktons scharf heraus. Ab

Beckumer Siel steigen die Artenzahlen bei beiden Fahrten aber wieder stark an, während die beiden Saprobiensysteme in diesem Gebiet zu etwas verschiedenen Ergebnissen, aber keinesfalls zu einer Verbesserung der Lage kommen. Die obengenannte Unsicherheit in der Beurteilung der Wesermündung wird also durch die Planktonuntersuchungen nicht geklärt. Im übrigen ist ihnen aber eine wesentliche Bedeutung beizumessen, da die beiden Planktonkurven überraschend gut übereinstimmen, indem ihre beiden Artenmaxima (bei Brake und bei Großensiel) sowie das zweite Artenminimum jeweils genau an der gleichen Stelle liegen und meist auch recht scharf ausgeprägt sind. Sie bestätigen vor allem auch die nicht von vornherein vorauszusehende zweite Verschlechterung des Zustandes der Weser und zeigen als wesentlichen Grund hierfür den starken Einfluß der Hunte.

Auch das gemeinsame und ziemlich starke erneute Ansteigen der Planktonkurven vom Beckumer Siel an möchte ich nicht als Zufall ansehen, sondern eher als Zeichen einer erneuten Selbstreinigung deuten, obwohl die beiden anderen Kurven eine solche nicht anzeigen. Vielleicht sind bei diesen die Untersuchungsabschnitte doch etwas reichlich groß genommen, und die lokale Verschmutzung der Schlickbänke beim Lunesiel, die sich ja im Plankton nicht bemerkbar macht, wirkt sich bei der Verwendung für das Saprobiensystem zu stark aus.

Überraschend ist aber der bei beiden Fahrten stark hervortretende Einfluß der Sielmündung bei Großensiel auf die hier doch schon recht breite Weser. Hier wird die Abnahme der Artenzahl jedoch sicher mit durch den zunehmenden Salzgehalt bedingt. Das erkennt man auch daran, daß bei der Julifahrt, die an dieser Stelle gegen die späte auflaufende Flut vor sich ging, die Artenzahlen besonders stark sanken und vor der Lunemündung sogar tiefer als die der Aprilfahrt lagen. — Auch die in den Diagrammen nicht mitverwendeten Planktonzahlen der Vertikalzüge (Vergl. Tabelle S. 86) zeigen im wesentlichen die gleiche Entwicklung wie die des Oberflächenplanktons.

Auch nach den quantitativen Planktonuntersuchungen von Bursche, Kühl und Mann (1959) lag das Individuenmaximum für die Algen (einschließlich der Kieselalgen) „eindeutig bei Vegesack" (l. c. S. 293) bzw. „bei Vegesack und Brake" (S. 287), während weiter flußabwärts wesentlich geringere Zahlenwerte gefunden wurden. Doch ist die nächste Probe erst bei Nordenham entnommen, wo sich schon die Sprungzone des Salzgehaltes auswirkt, und Vergleichswerte von oberhalb Vegesack liegen gar nicht vor, so daß diese Zahlen für die Entwicklung des Verschmutzungszustandes der Weser nichts aussagen.

Für den Vergleich unserer Ergebnisse mit denen anderer Arbeiten über die Unterweser ist zu berücksichtigen, daß sich unsere Untersuchungen nur auf den oberen Teil des Wasserkörpers beziehen, auf den Teil, in dem die autotrophen Algen genügend Licht zur Assimilation erhalten. Das gilt für das Ufer der gesamten Tidenhubzone und für die obersten etwa zwei Meter

des freien Wassers, nicht aber für die Bodenbesiedlung und die unteren Teile des Wasserkörpers. Dies ist besonders wichtig für den Teil der Weser zwischen dem Stadtkern von Bremen und der Lesummündung; denn der Einlauf der Bremer Abwässer bei Mittelsbüren liegt erheblich unter dem Niedrigwasserspiegel der Weser. Da nach unseren Ergebnissen (Vergl. S. 88 f) die Schichtung des Wassers in der Unterweser aber erhalten bleibt, ist also der untere Teil des Wasserkörpers zumindest in diesem Gebiet wesentlich stärker verschmutzt als der obere. Dieser Teil läßt sich bei chemischen Untersuchungen und bei Pilzuntersuchungen mit berücksichtigen, nicht aber bei den Untersuchungen auf Algen. Dadurch sind gegebenenfalls Unterschiede in der Gesamtbeurteilung dieses Flußteiles verständlich.

Die stärkere Verschmutzung des unteren Wasserteiles wirkt sich nun für die Umgebung des Flusses zunächst nicht schädlich aus, der weniger verschmutzte obere Teil des Wasserkörpers schützt vor einer solchen Wirkung des Tiefenwassers. So gibt die Algenuntersuchung in diesem oberen Teil die tatsächlich wirksame Verschmutzung an. Allmählich aber dringen die Verschmutzungsstoffe auch in die oberen Wasserschichten ein, so daß sich in diesen dann eine allerdings schwächere Verschmutzung bemerkbar macht, die sich nun aber über ein größeres Gebiet erstreckt. Die eigentliche Einlaufstelle der Bremer Haushaltsabwässer bei Mittelsbüren weist in der Algenbesiedlung — außer einer besonders üppigen Entwicklung von *Phormidium autumnale* — keine Anzeichen besonders starker Verschmutzung auf, aber die Flußstrecke zwischen dem Stadtkern von Bremen und der Lesummündung ist in ihrer Gesamtheit der am stärksten verschmutzte Teil der Unterweser. Typische Verschmutzungsformen wie *Phormidium autumnale* und *Cladothrix dichotoma* haben auf dieser ganzen Strecke ihre Hauptentwicklung, und auch der *Blidingia*-Gürtel ist hier überall unverkennbar breiter als weiter flußabwärts. — Diese Massenentwicklung von *Blidingia minima* und die große Häufigkeit von *Rhizoclonium* zeigen zugleich die sich aus der Verschmutzung sekundär ergebende stärkere Eutrophierung des Flusses, die für den Flußlauf unterhalb Bremens zur Zeit wohl noch das Hauptgefahrenmoment bildet.

II. Zuflüsse der Unterweser

Unterhalb Bremens münden noch drei bedeutendere Zuflüsse in die Weser: die Lesum, die Hunte und die Geeste. Diese Flüsse wurden vor allem untersucht, um ihren Einfluß auf die Verschmutzung der Weser festzustellen. Aus dem System der Lesum und ihrer Ursprungsflüsse wurden insgesamt 174 Proben gesammelt, aus dem der Hunte 59 Proben und aus der Geeste 70 Proben. Obwohl die Gesamtzahl der untersuchten Proben nicht sehr klein ist und die Entnahmestellen sich vor allem auf die Unterläufe der genannten Flüsse konzentrieren, so geben die Ergebnisse selbst für diesen letzten Teil der Flüsse kein erschöpfendes Bild von der Algenbesiedlung. Vor allem die Zahl der gefundenen Planktonarten würde sich bei

jedem weiteren Besuch noch vermehren, während die mehr ortsgebundenen Litoralformen im Unterlauf der Flüsse wohl zum größten Teil erfaßt wurden.

An vorhergehenden Untersuchungen über dieses Gebiet sind wieder die beiden Arbeiten Hustedts über die Kieselalgen zu erwähnen (1957 und 1959) und dazu die „Mykologische Abwasserstudie II" von Höhnk, die sich mit der Pilzbesiedlung der Hunte und der Geeste befaßt.

Da alle drei Flüsse unterhalb des Stadtkerns von Bremen in die Weser münden, wird die Verschmutzung der Weser in diesem selbst durch sie nicht berührt. Umgekehrt aber nimmt die Wümme durch ihre Zuflüsse einen nicht unbedeutenden Anteil der Abwässer Bremens auf und entlastet dadurch die Weser.

A. Das Flußsystem Hamme — Wümme — Lesum

Die Lesum, der größte rechtsseitige Zufluß der Unterweser, entsteht durch den Zusammenfluß von Wümme und Hamme. Sie selbst ist nur 10 km lang, und da die Wümme der größere der beiden Ursprungsflüsse ist, so behandeln wir die Wümme—Lesum als den Hauptfluß und die Hamme als einen Zufluß.

Ein Zufluß der Wümme, die sogenannte Kleine Wümme, ist sehr stark durch Bremer Industrie- und Haushaltsabwässer belastet. Sie mündet bei Wummensiede durch eine Schleuse in die Wümme. Sie ist aber durch einen künstlichen Wasserarm, das Maschinenfleet, auch mit der Lesum verbunden, und ein großer Teil ihres Wassers fließt so beim „Luv", ebenfalls durch eine Schleuse, direkt in die Lesum. Die Untersuchung dieser beiden dem Tidenhub entzogenen und sehr stark verschmutzten Wasserläufe wird an anderer Stelle veröffentlicht, die Auswirkung der Verschmutzung auf Wümme und Lesum muß hier behandelt werden.

Auch die Hamme litt bis vor kurzem stark unter Verschmutzung durch Abwässer der Reiswerke in Osterholz, und die Untersuchung Hustedts zeigt dies auch an. Neuerdings aber werden diese Abwässer nach einer gewissen Klärung direkt in die Lesum geleitet, und meine eigenen Untersuchungen der Hamme beziehen sich auf diese letzte Zeit, wo also die Hamme frei von der Belastung durch die Reiswerke war.

1. Die Hamme

Die Hamme ist der kleinste der untersuchten Flüsse. Sie führt das Wasser vor allem aus den Hochmoor- und Wiesenmoorgebieten des Teufelsmoores und seiner Umgebung der Lesum zu. Etwa 2 km flußaufwärts ihrer Mündung, bei Ritterhude, ist sie durch eine Schleuse gegen das Flutwasser der Lesum abgeschlossen. Oberhalb dieser Schleuse macht sich der Tidenhub nur noch wenig bemerkbar. Da die kurze Flußstrecke unterhalb der Schleuse in allem den Verhältnissen der Lesum entspricht, wurde vor allem der Flußteil oberhalb der Schleuse untersucht, und unsere Angaben beziehen sich, wenn nicht ausdrücklich anderes gesagt ist, stets auf diesen Teil. Es sollte vor allem festgestellt werden, wie weit die Hamme die Verhältnisse in der Lesum beeinflußt.

Das Wasser der Hamme fließt nur sehr langsam. Entsprechend seinem Ursprung aus Moorgebieten ist es stets tief dunkelbraun gefärbt. Die Sichttiefe ist im ganzen die geringste im Untersuchungsgebiet gemessene. Sie betrug am 22. 9. 1957 bei Tietjens Hütte 35 cm und bei der Ritterhuder Schleuse 33 cm, am 25. 3. 1958 etwa in der Mitte zwischen diesen beiden Untersuchungsstellen 47 cm. Der pH, am 22. 9. 1957 zugleich mit der Sichttiefe gemessen, betrug an beiden Stellen um 6. Hustedt (1957, S. 366) hatte am 12. 8. 1956 bei Worpswede 6,7 gemessen. Er gibt auch einige chemische Analysendaten an, die vom Niedersächsischen Wasseruntersuchungsamt in Hildesheim stammen. Danach liegen mehrere pH-Werte zwischen 6,5 und 7, „Ammoniakwerte schwankten von Spuren bis 0,5 mg/l, Chloridwerte 10—110 mg/l, Härtegrade 6,0—11 D. G. Der Sauerstoffgehalt schwankte infolge Einfluß der Abwässer von Osterholz-Scharmbeck von 3,3—10,4 mg/l, Permanganatverbrauch 33—74 mg/l, Sulfat überall recht niedrig um 20 mg/l. Angaben über die Temperaturverhältnisse habe ich nicht erhalten, da aber die Untersuchungen im Frühjahr durchgeführt wurden, kann man aus den mitgeteilten Sauerstoffwerten auf eine Schwankung der O_2-Sättigung von etwa 45 bis mehr als 100 % schließen, also auf einen zeitweiligen Mangel bis zur Übersättigung". — Die Härte des Wassers ist für ein so stark humoses Gewässer recht hoch. Das mag zum Teil auf den Einfluß künstlicher Düngung in der Nähe des Flusses zurückzuführen sein, vor allem zeigt es aber wohl, daß die Hauptmenge des Hammewassers aus den Wiesenmooren stammt, die in der unmittelbaren Umgebung des Flusses liegen, und nicht so sehr aus den etwas entfernteren Hochmooren. Auf dasselbe weisen auch die verhältnismäßig hohen pH-Werte hin.

Die sehr stark schwankenden, teilweise überraschend hohen Chloridwerte sind nicht auf einen Einfluß des Meerwassers zurückzuführen, gegen dessen letzte Ausläufer die Hamme ja durch die Ritterhuder Schleuse abgeschirmt ist, sondern sie können nur von den oben genannten Verunreinigungen durch die Osterholzer Industrie stammen. Diese Industrieabwässer müssen auch die Ursachen des starken Fischsterbens sein, das in mehreren Sommern in der Hamme auftrat, das sich seit der Umleitung der Abwässer in die Lesum aber nicht wiederholt hat.

Aus der Hamme wurden insgesamt 45 Proben untersucht. Zwölf davon waren am 2. 9. 1956 aus dem Flußlauf zwischen Tietjens Hütte und der Höhe von Worpswede gesammelt, 27 weitere am 22. 9. 1957 aus dem Teil zwischen der Ritterhuder Schleuse und Tietjens Hütte und schließlich sechs Proben am 25. 3. 1958 aus dem gleichen Teil. Die Proben des ersten Besuches konnten nur im konservierten Zustand untersucht werden.

Makrophytische Algenflora

Die makrophytische Algenflora der Hamme war bei den drei Besuchen im ganzen nur mäßig entwickelt. Bei der Ritterhuder Schleuse herrschte *Phormidium autumnale* zusammen mit ihrem Begleiter *Ph. Corium* und zeigte dort stärkere Verschmutzung an. Weiter flußaufwärts wird die Art,

wie auch in anderen Zuflüssen der Weser, durch andere Arten der Gattung vertreten, vor allem durch *Ph. Corium* und *Ph. Retzii*. Hinzu kommen *Lyngbya aerugineo-coerulea, L. Allorgei* einschließlich fa. *crassior, L. major, L. fontana* und an einer Stelle unterhalb der Schleuse auch *L. nigra*. Aber alle diese Algen fanden sich nur in mehr oder weniger vereinzelten Watten und häufen sich nur an Orten lokaler Verschmutzung, wie an den Anlegern bei den Gasthäusern, wo auch *Phormidium autumnale* wieder hinzutritt. Trotzdem zeigen diese Blaualgen in ihrer Gesamtheit, daß die Hamme trotz ihrer geringen Eutrophie deutlich verschmutzt ist.

Bei den beiden Septemberbesuchen fand sich, vor allem im oberen Teil des Untersuchungsgebietes, *Cladophora fracta* var. *rivularis* als Massenform. Ihre zahlreichen Watten sind dort an höhere Wasserpflanzen angeschlungen oder treiben frei in dem sehr langsam fließenden Wasser. Von *Rhizoclonium hieroglyphicum* wurde nur eine einzelne Watte gefunden. *Vaucheria ornithocephala* wuchs in einer Stelle am Fluß, *V. sessilis* oberhalb des Wasserspiegels in größeren Watten am Ufer.

Im Gebiet des Tidenhubs unterhalb der Schleuse kommt sofort *Vaucheria compacta* als Massenform vor, ebenso wieder *Phormidium autumnale. Blidingia minima* aber wächst hier noch nicht, und auch die Schlickbänke mit *Euglena obtusa* finden sich erst in der Lesum.

Plankton und Metaphyton

Da das Wasser der Hamme sehr langsam fließt und zeitweise fast stillsteht, konnte sich in ihr ein typisches Plankton entwickeln. Wegen des fehlenden Tidenhubs tritt noch ein reiches und eigenständiges Metaphyton hinzu, das die Artenzahlen aller übrigen Formen wesentlich übertrifft. Die Individuenzahlen der einzelnen Arten sind allerdings meist nicht sehr hoch, weil der Lebensraum für das Metaphyton beschränkt ist. Da nur wenige Watten größerer Algen vorhanden sind (die Krusten der Blaualgen bieten kein sehr günstiges Substrat), so ist es zumeist angewiesen auf die auch nur spärlich vorkommenden Moose und auf die zwar in Mengen vorhandenen höheren Pflanzen, die aber an ihren Unterwasserteilen meist keine reichliche und genügend feine Verzweigung haben.

Die folgende Zusammenstellung bringt die Vertreter des Planktons und des Metaphytons. Es bezeichnet:

Spalte 1: Plankton vom 2. 9. 1956 (zwei Proben),
Spalte 2: Plankton vom 22. 9. 1957 (vier Proben, darunter eine aus einem Nebenarm der Hamme),
Spalte 3: Plankton vom 25. 3. 1958 (zwei Proben, darunter eine aus einem Nebenarm der Hamme),
Spalte 4: Metaphyton aus allen drei Besuchen.

Um die Tabelle nicht zu überlasten, wurden hier wie bei allen folgenden Listen die meisten Einzelfunde sowie weniger häufige unbestimmbare Formen fortgelassen. In den später angegebenen Gesamtartenzahlen sind auch diese mit enthalten. — Über die Häufigkeitsangaben vergleiche S. 79.

Bacteriophyta:				
Ochrobium tectum				2—3
Leptothrix discophora	4	1—2	2—3	3—4
L. ochracea, leere Scheiden	1—2			+
Crenothrix fusca		1—2	1—2	1—2
Cr. polyspora			e	
Cladothrix dichotoma			+	+
Zoogloea ramigera				+
Achromatium oxaliferum		+		1
Beggiatoa leptomitiformis				2
Cyanophyta:				
Chroococcus limneticus		1		
Merismopedia elegans		+		
Paulinella chromatophora	e			1
Oscillatoria amphibia				+
O. curviceps				+
O. formosa				1
O. splendida				2
O. tenuis				1
Chrysophyceae				
Anthophysa Steinii				1
A. vegetans				2
Dinobryon sertularia			1	
Mallomonas pediculus fa.		2	3—4	
M. caudata		2—3		+
M. Teilingii			1	
M. spp.	+	+	1	
Synura Bioretii			4	
S. Petersenii		3	2	
S. sphagnicola		2	4	
S. uvella		+	3	
S. spp.	2—3			+
Catenochrysis hispida			1	
Zooflagellata				
Oicomonas termo				2—3
Bodo fusiformis				1
Trepomonas agilis				2
Tr. sp.				2
Hexamitus inflatus				1
Urophagus rostratus				1
Heterocontae				
Characiopsis Cedercreutzii				+
Ch. polychloris				+
Cryptophyceae				
Rhodomonas sp.				+

Chroomonas Nordstedtii			+	
Cryptomonas erosa			e	1
Cr. ovata		+	1—2	1—2
Cr. platyuris				1
Cr. tetrapyrenoidosa				+
Cr. spp.				1—2
Chilomonas acuta				2—3
Ch. Paramaecium				3
Cyathomonas truncata				2—3
Euglenophyta				
Euglena acus		e		+
Eu. geniculata				+
Eu. limnophila	+			e
Eu. pisciformis				1
Eu. subehrenbergii				+
Lepocinclis ovum		+		1
Phacus acuminatus fa.				+
Ph. caudatus			e	+
Ph. longicauda		+		e
Ph. platalea	e			e
Ph. pleuronectes				+
Ph. platyaulax				+
Ph. pyrum				e
Ph. Skujai			+	
Ph. suecicus				e
Trachelomonas abrupta		e	e	1—2
Tr. — v. *minor*				+
Tr. anguste-ovata				e
Tr. armata		e		+
Tr. — fa. *coronata*				e
Tr. bacillifera fa.				+
Tr. curta				1
Tr. cylindrica				1
Tr. — v. *decollata*				+
Tr. Dangeardiana				e
Tr. dubia				e
Tr. Dybowskii				+
Tr. hispida	+		+	2
Tr. — v. *punctata*				1
Tr. intermedia	e			1
Tr. lacustris				1
Tr. macropunctata				1
Tr. oblonga				+
Tr. — v. *australis*				e
Tr. obovata v. *Klebsiana*		+	+	1—2

Tr. obtusa fa. *coronata*				+
Tr. — fa. *punctata*				+
Tr. pulcherrima				e
Tr. rugulosa				1
Tr. scabra				+
Tr. Stokesiana				+
Tr. varians			+	+
Tr. — fa. *globosa*		e		
Tr. cf. *vermiculosa*				e
Tr. volvocina	+	e	e	1—2
Tr. volvocinopsis				1—2
Tr. Westii		e		+
Tr. zorensis				1
Strombomonas verrucosa v. *zmiewika*		e		+
Peranema inflexum				+
P. trichophorum				1
Petalomonas involuta		1		
P. mediocanellata				+
P. — v. *disomata*				+
Anisonema prosgebium		+	e	2
A. strenuum				+
Entosiphon obliquum				1
E. sulcatum				1
Pseudamoeba planktonica		+		1
Volvocineae				
Gonium pectorale		e	+	
Pandorina morum	e	+		1
Eudorina elegans	+	2—3	+	+
Volvox aureus		+		
Chlorococcineae				
Pediastrum biradiatum				+
P. Boryanum				1
P. duplex				1
P. Kawraiskyi, leere Coenobien	1	1—2	1	1
Micractinium pusillum		e	e	
Golenkinia radiata		+		
Tetraëdron incus v. *irregulare*				+
Dictyosphaerium pulchellum		e		e
Scenedesmus abundans				+
Sc. armatus				+
Sc. quadricauda		+		2
Crucigenia triangularis				+
Coelastrum cambricum		2		
Ankistrodesmus acicularis			e	1

A. falcatus				+
A. — v. mirabilis				1—2
Desmidiales				
Closterium Dianae				+
Cl. Kützingii	+	e		e
Cl. moniliferum	e	1—2		2—3
Cl. navicula				+
Cl. parvulum				1
Cl. praelongum v. brevius				+
Cl. Pritchardianum	e			1
Cl. pronum		e		+
Cl. Venus				+
Euastrum oblongum	+			
Cosmarium botrytis				+
C. formosulum	e			1—2
C. granatum fa.				1
C. punctulatum				1
C. quadratum fa. *Willei*				+
C. subprotumidum				+
C. Turpinii				+
C. vexatum				+

Der stark humose Charakter der Hamme prägt sich aus in der großen Häufigkeit der Eisenorganismen. Die Eisenbakterien, vor allem *Leptothrix discophora,* sind fast in jeder Plankton- und Litoralprobe vorhanden, zeitweise herrschend und fast massenweise. Daneben überrascht die Häufigkeit der Gattung *Trachelomonas.* Sie ist mit 33 Formen (von 36 insgesamt bei diesen Untersuchungen festgestellten) hier bei weitem am reichsten im ganzen Untersuchungsgebiet vertreten. Im Gegensatz zu den Eisenbakterien geht diese Gattung aber nur wenig ins Plankton. Die Eisenbakterien und die Trachelomonaden sind im Gebiet die wichtigsten biologischen Humusanzeiger. Zu ihnen kommen in gewissem Grade noch die Cryptomonadinen, die auch in der Hamme ziemlich artenreich sind, aber ihre Hauptentwicklung wohl in stärker sauren humosen Gewässern haben.

Plankton wie Metaphyton kennzeichnen die Hamme weiter als mesotroph bis schwach eutroph. Die stärker eutraphenten Blaualgen, Kieselalgen und Chlorococcalen treten sehr zurück, *Microcystis* ist gar nicht gefunden. Dafür herrschen im Plankton die Chrysomonadinen mit einer für diese Gruppe bemerkenswerten Beständigkeit bei allen drei Besuchen. (Im Formalinmaterial des ersten Besuches sind sie meist nicht mehr zu erkennen.) Aber es sind nicht die für unsere oligotrophen Seen kennzeichnenden *Dinobryon*-Arten, sondern *Mallomonas* und *Synura,* die ökologisch einen weiteren Spielraum haben. Das regelmäßige Auftreten von *Eudorina elegans* und die

Häufigkeit von *Closterium moniliferum* zeigen, daß die Hamme nicht oligotroph sein kann. Auch die übrigen gefundenen Desmidiaceen gehören meist zu der verhältnismäßig kleinen Gruppe von Desmidiaceen, die ausgesprochen eutraphent sind, so *Closterium Pritchardianum* und *Cl. praelongum* var. *brevius* sowie sämtliche gefundenen Cosmarien bis auf *C. quadratum* fa. *Willei*. Dies letztere, ebenso *Euastrum oblongum* und die meisten übrigen Closterien *(Cl. Dianae, Cl. navicula, Cl. Venus)* sind dagegen wieder Moorformen, die vielleicht sogar aus den saureren Hochmooren der Umgebung stammen.

Verschmutzung der Hamme

Die Beurteilung der Verschmutzung der Hamme führt nach den Bewertungen von Liebmann zur β-mesosaproben Stufe, aber unmittelbar an die Grenze zum α-Mesosaproben (Tabelle 3 und Abb. 3 auf S. 140 u. 141). Die Indikatoren für polysaprob sind dabei *Zoogloea ramigera, Beggiatoa leptomitiformis, Trepomonas agilis* und *Hexamitus inflatus,* fast alle von ihnen kommen aber nur vereinzelt vor. Wichtiger sind die α-mesosaproben Formen, zu denen als häufigste fast alle gefundenen Phormidien und Oscillatorien gehören sowie *Anthophysa vegetans, Gonium pectorale, Cryptomonas erosa* und *Cosmarium botrytis.* — Die Verschmutzungsformen häufen sich an der Ritterhuder Schleuse, sie finden sich daneben aber im ganzen untersuchten Flußlauf. Auch die Nebenarme der Hamme sind nicht frei von ihnen. — Auch bei der Bewertung nach Kolkwitz kommt man zur β-mesosaproben Stufe, aber in die Nähe des Oligosaproben. Es überrascht etwas, daß trotz der Umleitung der Osterholzer Industrieabwässer in die Lesum in der Hamme noch ein so hoher Verschmutzungsgrad angezeigt wird. Aber vielleicht dauert es eine gewisse Zeit, bis sich die Änderung des Wasserzuflusses im Litoral auswirkt (außer *Gonium pectorale* ist keine der genannten Verschmutzungsanzeiger im Plankton gefunden worden). Dann zeigt sich hier sicher auch der ungünstige Einfluß der Viehweiden, die sich den ganzen Fluß entlangziehen, und schließlich wird sich auch das zeitweise durch die Schleuse nach oben dringende Wasser der Lesum und der unteren Wümme auswirken. — Im Verhältnis zum unteren Teil der Wümme ist der Zustand der Hamme aber doch wesentlich günstiger, so daß der Zufluß der Hamme für die Lesum eine gewisse Besserung ihres Zustandes bedeutet.

2. Wümme—Lesum

Die Wümme ist etwa doppelt so lang wie die Hamme. Vom Wilseder Berg kommend, durchfließt sie die Sandgebiete der Lüneburger Heide, nimmt aber vor allem aus dem Königsmoor auch beträchtliche Teile Moorwasser auf. Auf einem großen Teil ihres Laufes ist sie in mehrere Arme zerteilt, die sich einige Kilometer oberhalb Borgfeld wieder vereinigen. Bis hierher etwa reicht der Tidenhub. Die Wümme ist der einzige der untersuchten Flüsse, bei dem die Flutwelle nicht schließlich durch ein Wehr begrenzt wird, sondern frei auspendeln kann. Die vereinigte Wümme fließt

in stark gewundenem Lauf nach Westen, wobei sie auf beiden Seiten von vielen wassergefüllten Kolken begleitet wird, die meist von früheren Einbrüchen der Flut her stammen. Soweit der Tidenhub reicht, hat die Wümme auf beiden Seiten zahlreiche Ausbuchtungen, deren schlickiger oder sandiger Boden vom Hochwasser bedeckt ist, bei Niedrigwasser frei liegt, aber überall größere oder kleinere Restpfützen behält. Nach dem Zusammenfluß mit der Hamme werden die Windungen schwächer, die Kolke und Ausbuchtungen verschwinden allmählich, so daß der Fluß nun — als Lesum — ein einheitlicheres Habitat für die Algenbesiedlung darstellt.

Bei Wummensiede mündet die durch Bremer Abwässer stark verschmutzte Kleine Wümme in den Fluß. Durch die Flut wird das von ihr und aus der Lesum kommende verschmutzte Wasser aber in der Großen Wümme auch flußaufwärts gebracht und kommt etwa bis in die Nähe von Kuhsiel. Die obere Grenze des verschmutzten Wassers kann man daran erkennen, bis wie weit *Actinocyclus Normanii* als Massenform durch die Flut wümmeaufwärts getragen wird. Sie trennt zwei ökologisch recht verschiedene Habitate. Den Flußlauf oberhalb dieser Grenze bezeichne ich im folgenden als den oberen Teil der Wümme und stelle ihm den stärker verschmutzten unteren Teil gegenüber. Auch im letzten Abschnitt dieses oberen Teiles pendelt nun das Wasser, das hier reines Süßwasser ist und auch von den Kalisalzverunreinigungen des Weserwassers nicht berührt wird, unter der Wirkung des Tidenhubs hin und her.

Die einzigen bekannten chemischen Untersuchungen der Wümme und der Lesum beziehen sich auf den Chloridgehalt. Sie sind ausgeführt von der Staatlichen Chemischen Untersuchungsanstalt in Bremen und vom Amt für Kanalisation und Abfuhrwesen in Bremen (vergl. Hustedt 1957, S. 372). Sie ergaben im Januar 1956 für den oberen Teil der Wümme Werte von 32,6 bis 47 mg/l Chlorid, gemessen beim Hexenberg, bei Borgfeld und bei Kuhsiel, während kurz vor dem Zusammenfluß mit der Hamme 47,6 und 51 mg/l festgestellt wurden und weiter unterhalb in der Lesum in dem von der Weser her auflaufenden Wasser Werte bis zu 269 mg/l Chlorid sich ergaben. Hier nähern sich die Verhältnisse immer mehr denen in der Weser.

Um für die Wümme wenigstens einige weitere hydrochemische Näherungswerte zu bekommen, wurden im August 1957 bei Kuhsiel mehrere eigene Messungen gemacht. Sie ergaben bei einem pH von 6,7—7 eine Karbonathärte von 5,6 D. H., eine Gesamthärte von 5,8 D. H. und einen $KMnO_4$-Wert von 41,5 mg/l. Die Sichttiefe in zwei Wümmearmen, gemessen am 9. 5. 1958, betrug 78 cm bzw. 87 cm. Das Wasser ist weniger dunkel gefärbt als das der Hamme. — Alle Werte zeigen im Verhältnis zur Hamme eine geringere Humosität an. Die Härte ist auch hier wieder verhältnismäßig hoch, aber niedriger als in der Hamme.

Meine Untersuchungen beziehen sich in der Wümme im wesentlichen auf den vereinigten Flußlauf, doch wurden auch mehrere Proben aus den ein-

zelnen Armen (bis zum Hexenberg) entnommen. Insgesamt wurden 19 Proben von vier Besuchen aus dem oberen, weniger verschmutzten Teil des Flusses, 31 Proben von vier Besuchen aus dem unteren Teil und 79 Proben von 14 Besuchen aus der Lesum untersucht.

Ich bringe in einer Gesamttabelle zunächst einen Überblick über die Funde in den beiden Teilen der Wümme und in der Lesum. Der Einfachheit halber sind Plankton und Litoral jeweils zusammengefaßt, und es wurden alle Formen fortgelassen, die nur im Plankton der Lesum gefunden und offensichtlich mit der Flutwelle aus der Weser hierher gekommen waren.

Spalte 1 bringt zum Vergleich die Häufigkeit der gefundenen Arten in der Hamme, (Arten, die nur in der Hamme gefunden wurden, sind nicht mit genannt), Spalte 2 bezieht sich auf den oberen Teil der Wümme, Spalte 3 auf den unteren und Spalte 4 auf die Lesum.

Bacteriophyta				
Leptothrix discophora	4	3—4	1	1
L. ochracea, leere Scheiden	1—2	1—2		
Crenothrix fusca	1—2	2		
Cr. polyspora	+	+		
Zoogloea ramigera	1		1	
Cladothrix dichotoma	+	e		1—2
Sphaerotilus natans				1
Beggiatoa alba		+	+	
B. leptomitiformis	2		1	
B. minima			1	1
Thiothrix tenuis				1
Cyanophyta				
Microcystis flos-aquae		+		
M. holsatica			+	+
Chroococcus limneticus	+		+	1
Coelosphaerium Naegelianum		+	+	
Merismopedia convoluta		+	2—3	
Paulinella chromatophora	1	e	+	
Chamaesiphon cylindrus				1
Ch. incrustans v. *angustus*	1	1		1
Anabaena inaequalis			1	
Spirulina major			2	
Oscillatoria amphibia	+		3	e
O. anguina			2	
O. chalybea	+	+	1—2	1
O. curviceps	+	+	3—4	3
O. formosa	+		4	4
O. Lemmermannii	e		2	+
O. limosa	e		2—3	2—3
O. princeps			1	

O. proboscidea			1	
O. splendida	2		1	
O. tenuis	1		4—5	3—4
Phormidium ambiguum			1	
Ph. autumnale	4	+	3—4	4
Ph. Corium	3—4		3	2
Ph. favosum			1	
Ph. uncinatum	+		+	
Lyngbya aerugineo-coerulea	2—3		1—2	2—3
L. Allorgei fa. *crassior*	2—3		2—3	1—2
L. Kützingii	1			1
L. nigra	2		+	1
L. Nordgardhii				2
Microcoleus lacustris			1—2	
M. paludosus			1	+
M. vaginatus	1		1	2
Chrysophyceae				
Uroglena americana				1
Dinobryon divergens	e		e	2
D. sertularia	1	+		
D. sociale v. *stipitatum*				1—2
Mallomonas caudata	1—2	+		+
M. pediculus fa.	3	1		
M. sp.		1—2	+	+
Synura Bioretii	3—4	3—4		2
S. Petersenii	3	2	2	
S. sphagnicola	3—4	2—3	1—2	+
Catenochrysis hispida	1			1—2
Monosiga ovata			1	1—2
Codonosiga botrytis		+		1—2
Desmarella phalanx				+
Salpingoeca frequentissima				2
S. gracilis				2
Codonosigopsis Robini	e			2
Anthophysa vegetans	2	2—3	+	1
Zooflagellata				
Cercobodo pseudodactylopterus			1—2	
Oicomonas termo	2		1	2
Bicoeca Kepneri	e	e	1	1—2
B. planctonica				1
Bodo globosus		e	+	
Trepomonas agilis	1—2			1—2
Heterocontae				
Tribonema aequale	+	+	+	

Tr. vulgare	+	1	+	e
Vaucheria compacta	4	3—4	5	5
V. De Baryana				+
V. geminata		2		
V. hamata		2		
V. medusa		3		
V. ornithocephala	2			3
V. sessilis	2	2		
Cryptophyceae				
Chroomonas Nordstedtii	+	1	+	1
Cryptomonas erosa	1	1		+
Cr. Marssonii				1
Cr. ovata	2	2	1	1
Cr. platyuris	1	1		
Cr. rostratiformis				1—2
Cr. tetrapyrenoidosa	+	e		
Chilomonas acuta	2—3	e		
Ch. Paramaecium	2—3		1—2	
Cyathomonas truncata	2	+		
Dinophyceae				
Gymnodinium aeruginosum	e	+	e	e
Peridinium sp.	+	e	e	+
Rhodophyta				
Chantransia chalybea		1		1
Bangia atropurpurea				+
Euglenophyta				
Euglena acus	+		1	+
Eu. deses			1	
Eu. geniculata	+	+	+	
Eu. intermedia		1	1	1
Eu. limnophila	+		+	
Eu. obtusa		1	5	4—5
Eu. pisciformis	1	e	+	
Eu. satelles			2	+
Eu. sociabilis			2—3	1
Eu. spirogyra	e	+	1	1
Eu. subehrenbergii	+		+	
Eu. terricola			+	
Eu. texta	e		+	e
Eu. tripteris	+		1	
Eu. viridis		+	1—2	2—3
Lepocinclis ovum + var.	1	+	1	+
L. Steinii	e		+	
Phacus acuminatus	+		1	

Ph. aenigmaticus			e	e
Ph. caudatus	+	+	1	+
Ph. circumflexus			+	e
Ph. longicauda	+		+	
Ph. orbicularis	e		+	e
Ph. oscillans	e			+
Ph. platyaulax	e		+	
Ph. pleuronectes	+	+	1—2	
Ph. pseudonordstedtii				+
Ph. pyrum	e			e
Ph. rudicula			1	+
Ph. Skujai	e	1		
Ph. tortus			+	
Trachelomonas abrupta	1—2	e	1	
Tr. hispida	2	1	1	+
Tr. — v. punctata	+	+	e	+
Tr. pseudocaudata		e	e	e
Tr. pulcherrima v. minor	e		e	
Tr. rugulosa	1			e
Tr. Stokesiana	+		e	
Tr. tuberculata		e		
Tr. volvocina	2	+	1	+
Tr. volvocinopsis	1—2	e	+	+
Tr. zorensis	1		1	e
Strombomonas verrucosa v. zmiewika	+		+	
Peranema pleururum			e	+
P. trichophorum	1	e	1—2	1—2
Petalomonas involuta	1	+	2	e
P. mediocanellata v. disomata	+		1	1
Heteronema acus			+	e
Notosolenus apocamptus				+
N. obliquus	e		1—2	
Anisonema ovale		+		e
A. prosgebium	1—2	+	1—2	+
A. strenuum	+	e	e	
Entosiphon ovatum	e	+	e	
Pseudamoeba planktonica	1	2—3	1	3
Volvocineae				
Collodictyon triciliatum			+	
Chlamydomonas cingulata	e	1	e	+
Chl. incerta		1—2	1—2	+
Chl. Korschikoffia		1—2		
Chl. pertusa		+		
Pteromonas angulosa	e	+	1	+

Gonium pectorale	+	1—2	2	2
Pandorina morum	1	1	2	1—2
Eudorina charkowiensis		+		e
Eu. elegans	2	+	1	2—3
Tetrasporineae				
Planktosphaeria gelatinosa			+	+
Tetraspora lubrica			2	
Chlorococcineae				
Pediastrum Boryanum	1		1	1—2
P. duplex	1	e	+	1
P. Kawraiskyi, leere Coenobien	1			+
Micractinium pusillum	+		+	1—2
Oocystis Marssonii			+	1
Dictyosphaerium pulchellum	+		1—2	2
Scenedesmus acutus		e	1	1—2
Sc. armatus	+		1	1—2
Sc. bicaudatus	e		1	e
Sc. brasiliensis			e	+
Sc. crassus			e	1
Sc. dimorphus			1—2	2
Sc. falcatus			+	1—2
Sc. intermedius	e		+	1
Sc. longispina	+		1	2
Sc. opoliensis			+	+
Sc. quadricauda	2	1	2	3
Sc. spinosus			+	1
Actinastrum Hantzschii			+	1—2
Crucigenia triangularis	+		e	+
Tetrastrum apiculatum			+	+
T. staurogeniaeforme	e		e	e
Coelastrum microporum			1	1
Ankistrodesmus acicularis	1	e	+	1
A. falcatus	+	e	+	+
A. — v. mirabilis	1—2		1—2	2
Ulotrichineae				
Ulothrix pseudoflacca				3
Ul. tenerrima	+	1		1—2
Ul. tenuissima				2
Ul. variabilis	+		e	1—2
Ul. zonata	e			2—3
Microspora amoena		+		
M. Willeana		+		
M. Wittrockii	1	2		
Stigeoclonium tenue	2	1		3

Draparnaldia plumosa		e		2
Coleochaete scutata				+
Blidingia minima	2		3	5
Cladophorineae				
Rhizoclonium hieroglyphicum	2		2	5
Rh. — v. *crispum*				3
Rh. — v. *riparium*				4
Rh. — v. *tortuosum*				2
Cladophora fracta v. *rivularis*	4			
Cl. glomerata				2—3
Desmidiales				
Closterium gracile	+	+		1
Cl. malinvernianiforme		+		
Cl. moniliferum	2—3	+	2	1
Cl. parvulum	1	1—2	1	
Cl. praelongum v. *brevius*	+	1	1	+
Cl. Pritchardianum	1	1	2	1—2
Cl. rostratum	e	+		
Cl. pronum	+		+	
Cosmarium punctulatum	1	+		
Staurastrum punctulatum	e	+		

Für die Auswertung der Tabelle ist zu beachten, daß die Zahlen der aus den einzelnen Flußteilen entnommenen Proben sehr verschieden sind. Doch wirkt sich das nicht so stark aus, wie man zunächst annehmen möchte. Die Gesamtzahl der gefundenen Formen beträgt für den oberen, weniger untersuchten Teil der Wümme 102, für den unteren Teil 175 und für die Lesum 181.

Zunächst erkennt man aus der Tabelle den stark humosen Charakter der Wümme. Die Eisenbakterien sind fast in gleicher Menge und Artenzusammensetzung wie in der Hamme vorhanden, und auch die gleichen Chrysomonadinen herrschen im Plankton. Die reiche Fülle der *Trachelomonas*-Arten ist hier allerdings nicht vorhanden. Gegenüber 33 Formen in der Hamme finden sich im oberen Teil der Wümme nur 7 und in der gesamten Wümme nur 10 Arten dieser Gattung. Daß die Humosität der Wümme geringer ist als die der Hamme, erkennt man auch an der geringeren Zahl der hier gefundenen Desmidiaceen. Im oberen Teil der Wümme sind es 11 Arten, im ganzen Fluß 13 Arten gegenüber 30 in der Hamme. Vor allem fehlen unter ihnen die bei der Hamme genannten Moorformen fast ganz.

Überraschenderweise verschwinden die Eisenbakterien schnell und fast vollständig im Unterlauf der Wümme, wie auch die Eisenbakterien der Hamme sich in der Lesum kaum noch bemerkbar machen. Die gleiche Abnahme dieser Gruppe finden wir in der Hunte bei Oldenburg. Offenbar ist

sie gegen stärkere Verschmutzung doch recht empfindlich, und es ist vielleicht nicht berechtigt, wenn LIEBMANN sie als Indikator für den Verschmutzungszustand nicht mehr anerkennt.

Ähnlich plötzlich verschwinden die Trachelomonaden der Hamme in der Lesum zum größten Teil. Das ist zwar eher verständlich, da die Vertreter dieser Gattung vorzugsweise als Metaphyton und nicht im Plankton vorkommen (in der Hamme fanden sich 9 Formen im Plankton und 32 im Litoral), sich also nicht so leicht verschleppen lassen wie die mehr planktischen Eisenbakterien; wenn aber die Untersuchung der Lesum insgesamt nur 9 Formen brachte, so muß hier doch eine besondere Empfindlichkeit der Trachelomonaden gegenüber den anderen Umweltbedingungen in der Lesum vorliegen. Auch hier finden wir in der Hunte von Oldenburg ab ein ähnliches, allerdings schwächeres Absinken der *Trachelomonas*-Arten (vergl. S. 156). Bei dieser Gattung ist die Frage nach der Ursache des Rückganges allerdings schwieriger zu beantworten. Der allgemeine Rückgang des Metaphytons in der Tidenhubzone wird mit wesentlich sein, vielleicht liegt daneben aber auch eine Empfindlichkeit gegen Industrieverschmutzung vor.

Auch die Chrysomonadinen und wahrscheinlich die Cryptomonadinen nehmen in ihrer Häufigkeit ab beim Übergang in den Unterlauf der Flüsse. Doch halten sie sich besser als die eben genannten Gruppen. Vor allem die *Synura*-Arten finden sich regelmäßig bis in die Weser hinein und bleiben auch dort in einer gewissen Häufigkeit erhalten.

Die Wümme ist ursprünglich der am wenigsten eutrophe von den Zuflüssen der Unterweser. Das erkennt man schon an dem fast völligen Fehlen der Chroococcalen und Chlorococcalen in ihrem oberen Teil. Von den letzteren sind hier nur fünf Arten festgestellt, vier davon in Einzelfunden. Für den unteren Teil des Flusses, bei dem die zunehmende Verschmutzung auch sofort stärkere Eutrophierung bringt, erkennt man in der Tabelle die Zunahme der Artenzahlen wie der Häufigkeit der einzelnen Arten. Hier sind 28 Arten von Chlorococcalen gefunden und in der Lesum dann 40, die meisten davon wieder in größerer Häufigkeit als in der Wümme.

Allerdings kann man auch die Wümme in ihrem Mittellauf nicht als oligotroph bezeichnen. Das zeigt schon die Tatsache, daß die gefundenen Desmidiaceen fast alle (wohl bis auf *Closterium gracile* und *Cosmarium punctulatum)* zu den wenigen eutraphenten Arten dieser Gruppe gehören. Auch das Vorkommen der kolonialen Volvocales — vor allem von *Eudorina elegans* — im oberen Teil des Flusses deutet das gleiche an.

Auch die einzelnen Wümmearme oberhalb Borgfelds sind schon, wenn auch nur schwach, eutroph. Die genannten eutraphenten Formen finden sich auch hier, wenn auch in geringerer Individuenzahl, und bei einem Besuch im Mai 1958 herrschten im Litoral *Synedra ulna* und *Melosira varians*. Im ganzen ist die Eutrophie der Wümme ursprünglich aber sicher geringer als

die aller übrigen untersuchten Flüsse, und wohl vor allem dieser Tatsache verdanken wir es, daß Wümme und Lesum in der Lage sind, die große Menge an Abwässern, die von Bremen durch die Kleine Wümme zu ihnen kommen, überhaupt zu verarbeiten.

Flußabwärts nimmt mit der Verschmutzung der Trophiegrad schnell zu, und die Lesum ist ausgesprochen eutroph. Das erkennt man in der Tabelle an der Artenzahl und der Häufigkeit der gesamten Grünalgen und der Blaualgen. Allein die Artenzahl der Oscillatoriaceen hat von drei im oberen Teil der Wümme auf 23 im unteren und 17 in der Lesum zugenommen.

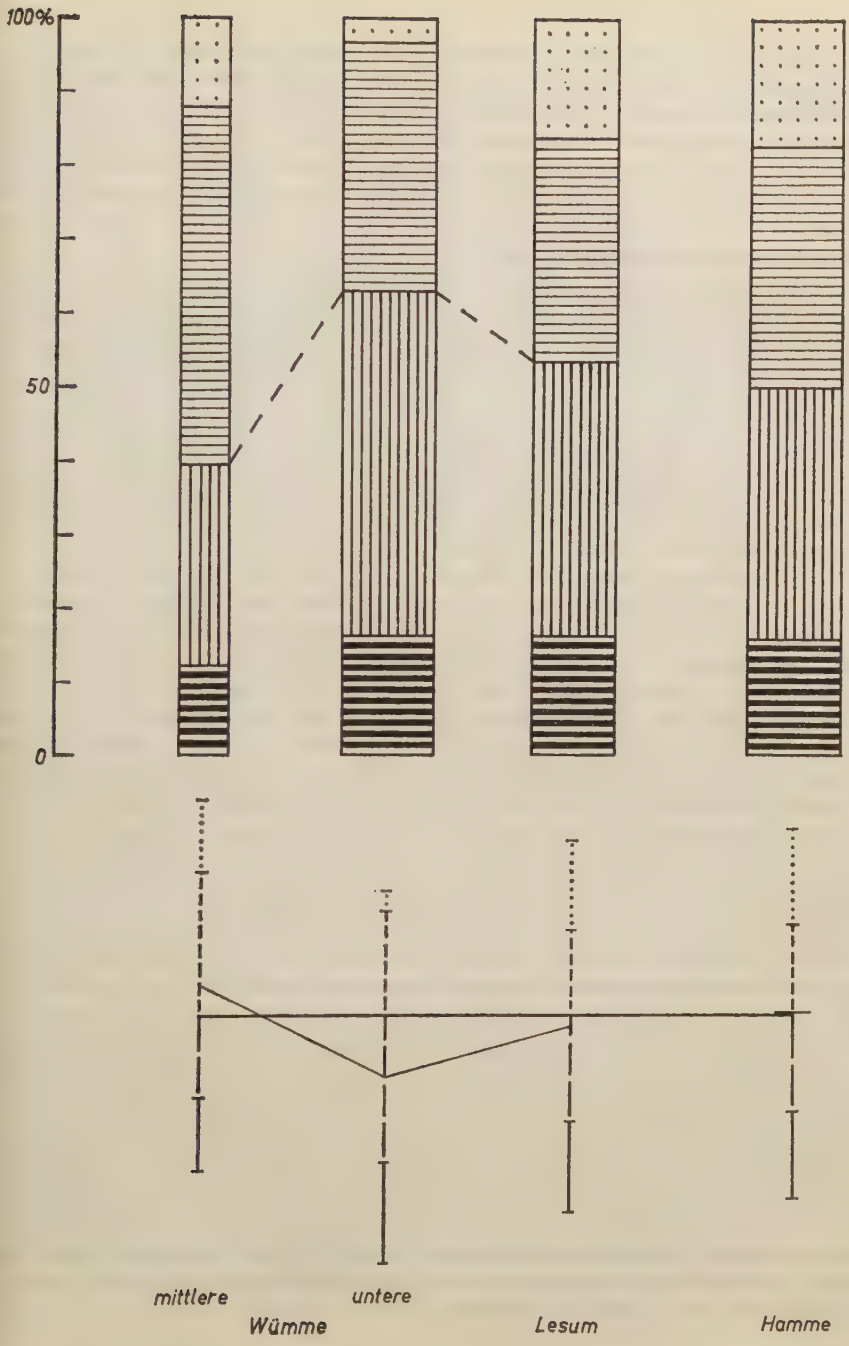
Tabelle 3

Indikatorwerte für die Bestimmung des Verschmutzungszustandes von Wümme, Lesum und Hamme

	mittlere Wümme	untere Wümme	Lesum	Hamme
oligosaprob	4	2	9	11
β-mesosaprob	16	21	17	21
α-mesosaprob	9	29	21	22
polysaprob	4	10	9	10
Summe:	33	62	56	64

Die zahlreichen *Oscillatoria*- und *Phormidium*-Arten zeigen nun auch die starke Verschmutzung an, die sogleich in der unteren Wümme einsetzt. Eine Berechnung des Verschmutzungszustandes nach Liebmann ergibt, daß der obere Teil der Wümme in der β-mesosaproben Zone liegt, der untere fast mitten in der α-mesosaproben, während die Lesum in der α-mesosaproben an der Grenze zum β-mesosaproben sich befindet. (Tabelle 3 und Abbildung 3). Die wenigen Indikatoren der oberen Wümme für polysaprob sind die vereinzelten Funde von *Beggiatoa leptomitiformis* und *Euglena viridis*. Für den unteren Teil der Wümme kommen zwei andere *Beggiatoa*-Arten hinzu sowie *Zoogloea ramigera*, für die Lesum *Beggiatoa minima* und *Sphaerotilus natans*. α-mesosaprob sind im oberen Teil der Wümme *Phormidium autumnale* und *Gonium pectorale* sowie *Anthophysa vegetans*, im unteren Teil und der Lesum außerdem die Hauptmenge der dort aufgezählten Oscillatorien und Phormidien. Im ganzen treten in den Schlickgebieten der unteren Wümme, die durch ihre zahlreichen Oscillatorien sicher als verschmutzt gekennzeichnet sind, die Euglenen der *viridis*-Gruppe stark zurück, obwohl andere Arten der Gattung hier Massenformen bilden. Offenbar ist *Euglena viridis* auf andere Formen der Verschmutzung spezialisiert, auf tierische Abwässer.

Textabb. 3: Saprobienspektren und Einstufungen von Hamme, Wümme und Lesum nach den Bewertungen von Liebmann.


100%
50
0
mittlere
Wümme
untere
Lesum
Hamme

Da das Liebmannsche Saprobiensystem nur wenige Indikatoren für oligosaprob enthält, ist eine Einreihung auch des oberen Teiles der Wümme in diese Stufe nicht möglich, und eine gewisse Verschmutzung ist dort — vor allem auf Grund der Viehweiden an den Ufern — auch vorhanden. Die Bewertung nach Kolkwitz würde allerdings für den oberen Flußteil oligosaprob ergeben und für die beiden anderen β-mesosaprob, im ganzen also wie bei der Weser eine Parallelverschiebung der gesamten Flußabschnitte in die jeweils nächst günstigere Stufe.

Das Wasser der Hamme bringt — sowohl nach der Bewertung von Liebmann wie nach der von Kolkwitz — eine gewisse Verbesserung gegenüber dem der unteren Wümme. Die Lesum ist nach beiden Systemen deutlich günstiger als diese. Das ist wohl vor allem auf eine Selbstreinigung, aber auch auf den Einfluß der Hamme zurückzuführen. Vielleicht ist auch der Einfluß der unteren Wümme auf die Lesum nicht so stark, wie es nach unserer starren Anwendung des Saprobiensystems angenommen werden müßte. Die Verschmutzungsindikatoren in der unteren Wümme sind zum großen Teil die Bewohner des Schlicks in den zahlreichen Überlaufbuchten dieses Flusses. Der Schlick der Tidenhubzone enthält nun immer viele Verschmutzungsformen, auch in der Weser (vergl. S. 118). Aber vielleicht liegt hier doch eine mehr lokale, nur den Schlick selbst betreffende Verschmutzung vor, etwa in dem Sinne, daß die Schmutzbestandteile vom Schlick absorbiert werden, hier zwar den Bewohnern des Schlicks zugute kommen und auch saproxene Formen fernhalten, aber nicht oder nur in geringem Maße an das Wasser abgegeben werden. Dann wäre der Einfluß der Wümme auf die Lesum geringer, und es wäre verständlich, daß die Lesum, die ja nur noch wenig verschlickte Buchten hat, nach dem Schema des Saprobiensystems wesentlich günstiger als die untere Wümme dasteht, obwohl auch sie einen Teil der stark verschmutzten Kleinen Wümme aufnimmt.

Die Lesum ist nach beiden Saprobiensystemen im Durchschnitt etwas weniger verschmutzt als der Weserabschnitt zwischen dem Stadtkern von Bremen und der Lesummündung, aber etwas stärker verschmutzt als der folgende Abschnitt der Unterweser. Der Zustand der Lesum an ihrer Mündung möchte ziemlich genau dem der Weser an dieser Stelle entsprechen.

Halophyten sind im Flußsystem der Lesum bei den von mir untersuchten Algengruppen längst nicht in dem Maße vorhanden wie bei den Kieselalgen. Plankton und Metaphyton werden nur von Süßwasseralgen gebildet. Die makrophytischen Massenformen des Litorals bestehen allerdings aus den gleichen Brackwasseralgen wie in der Unterweser. Deshalb läßt sich am besten an der Besiedlung der Hamme oberhalb der Ritterhuder Schleuse erkennen, wie groß der Unterschied im Verhalten der Kieselalgen und der übrigen Gruppen ist. Hier fehlen die genannten makrophytischen Massenformen, und ich habe in diesem Gebiet keine Halophyten mehr gefunden, während diese bei Hustedt an den verschiedenen Orten noch jeweils 13—17 % der Artenzahlen ausmachen.

Da die Wümme der einzige von den untersuchten Flüssen ist, bei dem die Flutwelle nicht schließlich durch ein Wehr begrenzt wird, sondern frei im Süßwasser auspendeln kann, so läßt sich hier am besten verfolgen, wie weit die Massenformen der Brackwasseralgen bis ins Binnenland vordringen. Als erste findet *Blidingia minima* ihre Grenze. Schon in der Lesum nimmt ihre Häufigkeit beträchtlich ab, und etwa von der Burger Brücke ab kommt sie nur noch in inselartigen Beständen auf den Steinen der Uferböschung vor. Ihre letzten Ausläufer befinden sich in der Wümme, etwa ein Kilometer oberhalb des Zusammenflusses mit der Hamme. Weiter geht das in der Lesum auch sonst recht häufige *Rhizoclonium hieroglyphicum,* von dem ich die letzten Watten auf einer Steintreppe in der Wümme etwa ein Kilometer oberhalb Wummensiede fand. *Euglena obtusa* bildet etwa bis Kuhsiel ihre makroskopisch sichtbaren Belege auf Schlick. Weiter oberhalb findet man sie bis Borgfeld nur noch in mikroskopischen Präparaten von dem makroskopisch pflanzenfreien Schlick. *Vaucheria compacta* reicht soweit, wie die Flutwelle geht und damit ein Schlickwatt gebildet wird. Bei den letzten Ausläufern des Schlickwattes in der Nähe von Borgfeld wird sie allmählich verdrängt durch *V. medusa, V. hamata, V. geminata* und *V. sessilis.*

Das Schlickwatt der Wümme bildet ein Gegenstück zu dem der Unterweser. Es ergeben sich aber dadurch Unterschiede, daß in der Wümme ein reines Süßwasser, das also auch nicht durch Kaliabwässer verunreinigt ist, durch die Flut hin und her bewegt wird. Das *Vaucherietum compactae* ist hier wie dort in gleicher Weise an den trockeneren Stellen, vor allem an den Hängen ausgebildet. Im *Euglenetum obtusae* sind die Kieselalgenbegleiter etwas anders als in der Weser, und an Euglenen gesellen sich außer den von dort bekannten *Euglena satelles* und *Eu. sociabilis* noch die sonst seltene *Eu. subehrenbergii* hinzu sowie *Eu. spirogyra* und *Eu. tripteris.* Die erstere von diesen ist wieder eine typische unbegeißelte Schlammbewohnerin, die zweite hat eine sehr kurze Geißel, während *Eu. tripteris* normal begeißelt ist. Auch die Gattungen *Phacus* und *Trachelomonas* sind in mehreren Arten, aber nur in geringen Individuenzahlen vertreten.

Im Gegensatz zu den Schlickbänken der Unterweser müssen sich die Euglenen in der Wümme auch schon an den Stellen, wo der Schlick nicht dauernd mit Wasser bedeckt ist, mit den Oscillatorien in der Herrschaft teilen, und schon in den kleinsten Pfützen herrschen diese fast allein. Die Phormidien und Lyngbyen treten allerdings stark zurück, da sie wohl für den weichen Schlick nicht beweglich genug sind; anderseits bilden *Oscillatoria tenuis* und *O. formosa,* die hier als Massenform herrschen, gerade an diesen Stellen häufiger Gallertscheiden aus. Neben ihnen finden sich *O. amphibia, O. curviceps, O. limosa, O. Lemmermannii* und mehr vereinzelt *O. princeps, O. proboscidea* und *O. chalybea.*

Wenn die Restpfützen größer sind, so entwickeln sich in ihnen die Anfänge einer normalen Süßwasserteichflora, vor allem, wenn der Wasserspiegel etwa durch Schilf vor einer zu starken Bewegung durch die Flutwelle

geschützt ist. Es treten makroskopische Watten von *Spirogyra* und *Mougeotia* auf, einmal war der Boden einer solchen Pfütze ganz bedeckt mit *Tetraspora lubrica,* und zwischen diesen Watten wird ein typisches Süßwassermetaphyton mit Chlorococcalen und eutraphenten Desmidiaceen ausgebildet. Hier erscheinen auch wieder Trachelomonaden in größerer Zahl.

Vergleicht man die Gesamtzahlen der in den drei Flüssen gefundenen Formen, so kommt man zu folgender Zusammenstellung:

	Hamme	Wümme	Lesum
Plankton	92	130	118
Litoral	209	163	119
Gesamtzahl der Formen	244	211	181
Zahl der untersuchten Proben	45	50	79

Die Hamme zeigt den größten Artenreichtum, obwohl von ihr die wenigsten Proben untersucht sind. Das liegt an ihrer Abschirmung gegen den Tidenhub, die die Entwicklung eines reichen Metaphyton gestattet. Daher kommt es auch, daß die Zahl der Litoralformen hier auch relativ ungleich größer ist als in den beiden anderen Flüssen, mehr als doppelt so groß als die Zahl der Planktonformen. — Die Lesum hat die wenigsten Formen gebracht, obwohl von ihr die meisten Proben untersucht sind. Daß sie auch weniger hat als die Wümme, ist darin begründet, daß ihr Habitat einheitlicher ist, es fehlen ihr vor allem die zahlreichen Überlaufbuchten, und es fehlt ihr der weniger eutrophe Mittellauf der Wümme. Das reiche Metaphyton der Hamme ist ortsgebunden, auch soweit es aus Flagellaten besteht. Es wird durch die Strömung nicht flußabwärts getragen und macht sich in den Artenzahlen der Lesum nicht bemerkbar. Diese Artenzahlen würden noch geringer sein, wenn nicht mit der Flut von der Weser her allochthone Planktonformen in die Lesum kämen. Durch diese kommt es, daß die Zahl der Planktonarten in der Lesum relativ am höchsten von den drei Flüssen ist, fast so hoch wie die der Litoralformen. Natürlich ist hier ein ausgesprochenes Mischplankton.

B. Die Hunte und ihre Zuflüsse

Die Hunte ist der größte von den hier untersuchten Zuflüssen der Weser. Vom Wiehengebirge kommend, durchfließt sie in ihrem Oberlauf den Dümmer, einen etwa 20 qkm großen, sehr flachen und stark eutrophen See. Von hier aus fließt sie bei wenig Gefälle in einem meist ziemlich langsamen Lauf und oft in mehrere Arme zerteilt, jetzt aber reguliert, durch Wiesen und Moorgelände nach Norden bis Oldenburg, wo sich die letzten Arme vereinigen und die Gesamthunte nun, schiffbar gemacht, sich nach Nordosten wendet. Bei Elsfleth mündet sie in einen Weserarm, die Westergate. Dicht oberhalb Oldenburgs nimmt sie den Küstenkanal („Weser-Ems-Kanal") auf, unterhalb dieser Stadt den „Neuen Kanal". Der letztere hat praktisch stehendes Wasser, der Küstenkanal langsam fließendes. Unmittelbar südlich

Oldenburg sind sämtliche Arme abgeschleust, und von hier ab unterliegt die Hunte einem Tidenhub, der in Oldenburg selbst im Mittel 2,4 m, an ihrer Mündung 3,3 m beträgt.

Oberhalb Oldenburgs hat die Hunte den Charakter eines moorigen, stark eutrophen Gewässers. Die Wasserfarbe ist braun, die Sichttiefe war am 15. 5. 1958 bei Hundsmühlen 75 cm, der pH, der im Dümmer bei allen von mir gemachten Messungen zwischen 8 und 9 lag, ist durch den Einfluß der Moore bis auf etwa 7 bei Hundsmühlen gesunken. — Das Wasser des Küstenkanals, das bei unserem ersten Besuch im November 1957 klarer zu sein schien als das der Hunte, hatte am 15. 5. 1958 nur eine Sichttiefe von 60 cm, der pH war zwischen 6,0 und 6,5.

Für die Verhältnisse in der Hunte unterhalb Oldenburgs liegen die ausführlichen Darstellungen von Höhnk (1958, S. 217) und Hustedt (1959, S. 111) vor. Ich verweise auf diese und bringe hier nur das Notwendigste. — Die jüngste bekannte Analysenserie des Huntewassers stammt aus dem Jahre 1951. Nach ihr beträgt der pH bei der Schleuse in Oldenburg 6,4, steigt dann aber bis zur Huntemündung bis auf 7,36. Die stark und unregelmäßig schwankenden Werte der Gesamthärte (5,0—17,6 D. H.), der Chloride (82,2 bis 840,8 mg/l Chlorid) und des Permanganatverbrauchs (7,6—139,0 mg/l) auf der nur 23 km langen Flußstrecke sind nicht so sehr auf den Einfluß der von der Weser herkommenden Flutwelle zurückzuführen, sondern sie zeigen, daß die natürliche Selbstreinigung hier durch Zuflüsse und Industrieabwässer „wiederholt und stark gestört ist" (Höhnk S. 221). — Eine Sichttiefemessung am 15. 5. 1958 dicht oberhalb der Einmündung des Neuen Kanals ergab 50 cm.

Für die eigenen Untersuchungen wurde die Hunte dreimal besucht, am 23. 7. 1957 in einer Fahrt zusammen mit Dr. Höhnk und Dr. Hustedt auf dem Forschungskutter „Viktor Hensen" von Elsfleth bis Oldenburg und zurück, am 10. 11. 1957 und am 15. 5. 1958 zusammen mit Dr. Hustedt zum Unterlauf der Hunte und zu den Armen und Kanälen oberhalb der Stadt sowie zum Neuen Kanal. An der Fahrt des „Viktor Hensen" vom 14. 5. 1957, bei der die einzelnen Teile des Unterlaufes systematisch durchforscht wurden, konnte ich nicht teilnehmen, so daß ich vor allem über die kritische Stelle bei km 12,5, die für die Pilze und die Kieselalgen besondere Verhältnisse zeigte, keine Aussagen machen kann.

Insgesamt wurden von mir 59 Proben aus dem Flußgebiet der Hunte untersucht. Davon stammen zwölf aus der „Neuen Hunte", der regulierten Hunte oberhalb Oldenburgs, und zwar sind zwei Planktonproben und fünf Litoralproben am 10. 11. 1957 aus der Umgebung der Schleuse dicht südlich Oldenburgs entnommen und eine Planktonprobe und vier Litoralproben am 15. 5. 1958 bei Hundsmühlen, 3 km oberhalb der vorhin genannten Stelle. Vier Proben entstammen aus dem Osternburger Kanal, einem rechtsseitigen Nebenarm der Hunte, der sich dicht unterhalb der Schleuse mit dem Hauptarm vereinigt, der aber eigene Zuflüsse aufnimmt und über

die Lethe und den „Meerkanal" mit den Sager Meeren in Verbindung steht (ein Arm der Lethe wird unter der Neuen Hunte durch zum Osternburger Kanal geführt). Eine Planktonprobe wurde im November 1957 aus dem Kanal unterhalb des Zuflusses der Lethe entnommen, eine andere und zwei Litoralproben im Mai 1958 oberhalb der Letheeinmündung. An den beiden gleichen Tagen wurden zwei Plankton- und sechs Litoralproben aus dem Küstenkanal gesammelt.

Von den 27 Proben aus der Gesamthunte wurden eine Planktonprobe und sechs Litoralproben im Juli 1957 innerhalb der Stadt Oldenburg beim Anleger der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft geholt, eine weitere Planktonprobe und fünf Litoralproben am gleichen Tage bei km 7,5 unterhalb Oldenburgs, elf Litoralproben im November 1957 zwischen km 7 und km 8 und eine Planktonprobe und zwei Litoralproben im Mai 1958 bei der Einmündung des Neuen Kanals ein Kilometer unterhalb Oldenburgs. An diesem letzten Tage wurden auch eine Planktonprobe und sieben Litoralproben aus dem Neuen Kanal und seiner Mündung gesammelt.

Ich bringe wieder zunächst eine Zusammenstellung der gefundenen Arten.

Es bezeichnet:
Spalte 1 Küstenkanal,
Spalte 2 Osternburger Kanal,
Spalte 3 Neue Hunte oberhalb Oldenburgs,
Spalte 4 Gesamthunte in Oldenburg,
Spalte 5 Gesamthunte unterhalb Oldenburgs.

Wegen der großen Zahl der gefundenen Arten mußte ich mich hier noch mehr als bei den vorhergehenden Tabellen auf die Angabe der wichtigeren Formen beschränken und für die übrigen auf den systematischen Teil verweisen. In den Zahlenangaben sind wieder alle Formen, auch die nur vereinzelt gefundenen, enthalten.

Bacteriophyta					
Ochrobium tectum		e			+
Gallionella ferruginea					1
Leptothrix discophora	2—3	2	3	+	1—2
L. ochracea, leere Scheiden	1	1	2—3		1
Beggiatoa alba		1	+		+
B. leptomitiformis	3		+		2
Zoogloea ramigera	e			+	
Cladothrix dichotoma	1	1	1		
Cyanophyta					
Microcystis flos-aquae	2	2	e		
M. holsatica	1—2	+	3	1	2
M. incerta			+	1	e
M. pulverea	1	1	2		
M. stagnalis v. *pulchra*	+				e
Aphanocapsa elachista	1				

Chroococcus limneticus	1	+	1—2	1—2	1
Gomphosphaeria lacustris	1—2	2	2—3	2—3	2—3
Coelosphaerium Kuetzingianum	+	e	+	e	+
Merismopedia punctata	+		+		+
Anabaena cylindrica				2	
Oscillatoria amphibia				4	
O. chalybea				1	
O. curviceps		3	3	e	1
O. formosa		e		1—2	+
O. Lemmermannii				1	1—2
O. limosa	e	2—3	2—3		
O. tenuis		1	1—2	1—2	e
Phormidium autumnale	1—2	+	1	5	4
Ph. Corium	4				
Ph. favosum	1				
Ph. Retzii				3	3
Lyngbya aerugineo-coerulea	+		e	2	
L. contorta		+	2		+
L. nigra	e		2—3		2—3
Microcoleus lacustris	1				
M. vaginatus					2
Chrysophyceae					
Anthophysa vegetans	e	e	1—2	+	1
Mallomonas sp.	1—2	+	1—2	1	1
Synura Bioretii			2—3		
S. Petersenii			1		
S. uvella			1		
S. spp.	1—2	1—2		1—2	+
Chrysococcus biporus	e	e		+	+
Monosiga ovata	1		+	1	1
Codonosiga botrytis	+	e	1	1	1
Salpingoeca frequentissima	1			1	e
S. gracilis	1	e		+	
Zooflagellata					
Oicomonas termo	e	+	1—2	1	1
Bicoeca Kepneri	2	+	2	+	+
Monas mediovacuolata v. *facilis*	2—3				
Bodo globosus	+		+		1
B. ovatus	+				e
Trepomonas agilis			1—2	1	
Hexamitus inflatus	e			+	
Heterocontae					
Tribonema viride		1	1		
Vaucheria compacta				5	5

Cryptophyceae					
Chroomonas Nordstedtii		+	1		+
Rhodomonas tenuis			1		
Cryptomonas erosa	e	+	+		
Cr. ovata		+	1		
Cr. platyuris			1		
Cyathomonas truncata	1—2	e	2		2
Gonyostomum semen		+			
Euglenophyta					
Euglena geniculata	+		1—2	+	e
Eu. intermedia	e		1	e	+
Eu. limnophila				+	+
Eu. obtusa				+	5
Eu. pisciformis			+	1	
Eu. spirogyra			+	e	+
Eu. terricola				2	
Eu. viridis		e	1—2		1
Lepocinclis ovum		+	1	+	e
Phacus acuminatus			1	1	+
Ph. caudatus	e		1	+	
Ph. orbicularis				+	e
Ph. platalea			+	+	
Ph. pleuronectes		e	e	1—2	e
Ph. polytrophos			1		
Ph. pseudonordstedtii			e	+	
Ph. pyrum				e	+
Ph. rudicula			1		
Ph. Skujai	+	e	e		
Ph. triqueter			+	+	+
Trachelomonas abrupta	+		e		
Tr. hispida		1—2	1—2		1
Tr. — v. punctata	e	e	1		+
Tr. lacustris		1	1	e	+
Tr. oblonga	e	e	e	+	+
Tr. rugulosa		+	e		e
Tr. Stokesiana			+		1
Tr. volvocina	e	+	1	e	1
Tr. volvocinopsis		+			1
Astasia curvata	e			+	
Rhabdomonas incurva	e			+	
Peranema inflexum		+		1	e
P. pleururum			e	+	+
P. trichophorum		+	+	1	e
Petalomonas involuta			e	1	e
P. mediocanellata + var.			+	+	

P. Steinii				+	
Notosolenus obliquus	+		1—2	+	+
Anisonema prosgebium		1	1		+
Entosiphon obliquum		1—2	+	e	
Pseudamoeba planktonica	1—2	1	2—3	1	2—3
Volvocineae					
Collodictyon triciliatum				+	+
Chlamydomonas platyrhyncha		e			+
Pteromonas angulosa				1	
Gonium pectorale			e	2	+
Pandorina morum				1	1
Eudorina elegans		e	1	1	1
Chlorococcineae					
Pediastrum biradiatum	+	2	2	2—3	2—3
P. Boryanum	2	2—3	3	2—3	3
P. duplex	1	2	2—3	3	2—3
P. gracillimum	+	e	1	1	1
P. Kawraiskyi	e	+		e	+
P. tetras			1	e	1
Golenkinia radiata	2				e
Micractinium pusillum				+	1
Chodatella Droescheri				e	1
Ch. longiseta	1		e		e
Ch. quadriseta	e	e	1		+
Oocystis Borgei	+	+	+	e	1
O. Marssonii	e	1	1	1	1
O. parva	e			+	
O. submarina	1	+	1—2	+	+
Kirchneriella contorta			1	+	+
K. lunaris	e		+	+	1
K. obesa			+	1—2	e
Nephrocytium lunatum				+	
Tetraëdron caudatum v. *incisum*		e	1	+	1
T. minimum	e		1	+	1
T. trigonum v. *gracile*	e		e	+	
Dictyosphaerium pulchellum	1	1—2	3	3—4	3
D. Ehrenbergianum		e		e	+
Westella botryoides		e		+	
Scenedesmus acutus				+	e
Sc. arcuatus			+	2	1—2
Sc. armatus	e	2	2—3	1—2	2
Sc. — v. bicaudatus			+	+	+
Sc. brasiliensis	+	+	2—3	2	1—2
Sc. carinatus				e	+
Sc. crassus		+	e	e	e

Sc. denticulatus v. *linearis*		e	+	e	+
Sc. dimorphus		1	1—2	1—2	2
Sc. ecornis		+	1—2	+	+
Sc. — v. disciformis				+	e
Sc. falcatus		e	2	2	2—3
Sc. intermedius		+	1		1
Sc. longispina	1	2	2—3	1	2
Sc. microspina			e		+
Sc. Naegelii			1	e	e
Sc. opoliensis	1	e	+	+	1
Sc. platydiscus				1	1
Sc. — v. alternans				+	+
Sc. quadricauda	2	2—3	3	3	2—3
Sc. serratus		+	+		e
Sc. Smithii				+	e
Sc. spinosus		1		1	1
Sc. tenuispina		+	1—2		+
Actinastrum Hantzschii	+		e	2	1
Crucigenia triangularis	+	+	1	1	1
Tetrastrum apiculatum				+	+
T. pulloideum				2	1—2
T. staurogeniaeforme		e		1	1—2
Coelastrum microporum		1—2	2	1—2	2—3
C. proboscideum		e	1		1
C. reticulatum			+	e	
Selenastrum Bibraianum		+	+	1	+
Ankistrodesmus acicularis		+	e	+	+
A. falcatus	+	1—2	1—2	+	+
A. — v. mirabilis	+	+	+	1—2	1—2
Ulotrichineae					
Hormidium subtile			2		
Microspora Loefgrenii		1			
M. pachyderma			1		
M. stagnalis	2	e			
M. Wittrockii	2	+			
Stigeoclonium tenue	3		3		
Prasiola calophylla			3		
Pr. crispa					2—3
Blidingia minima					4—5
Cladophorineae					
Rhizoclonium hieroglyphicum	+		e		1
Rh. — v. crispum					2
Rh. — v. tortuosum					2
Desmidiales					
Mesotaenium Endlicherianum	1				

Cylindrocystis Brébissonii	2		e		
Closterium Ehrenbergii					
v. *Malinvernianum*	e	1	+		
Cl. Kützingii	+		e		e
Cl. littorale		e	+	+	e
Cl. moniliferum	+	1	1	+	e
Cl. praelongum v. *brevius*	+	e	2	+	+
Cl. Pritchardianum	1	2	2—3	+	e
Cl. pronum	e			1	1
Cl. rostratum		1			
Cl. Venus			+		
Staurastrum cuspidatum		e	1		+
St. paradoxum	e	+	1	+	1
St. tetracerum		1	1—2	1	1
Sphaerozosma granulatum				+	+

Im folgenden werden die „Neue Hunte" und der Osternburger Kanal zusammengefaßt behandelt. Sie führen der vereinigten Hunte die Hauptmenge des Wassers zu und unterscheiden sich in ihrer Algenflora nicht wesentlich, wie die Tabelle zeigt.

Die Algenbesiedlung kennzeichnet die Hunte als ein hoch eutrophes Gewässer. Die Formenzahlen der Chroococcalen mit 15 und vor allem der Chlorococcalen mit 62 sind bei weitem die höchsten in den Mittelläufen der Zuflüsse gefundenen. Dabei kommen beide Gruppen auch in den höchsten Individuenzahlen vor. — Zweifellos stammen die Planktonarten der Neuen Hunte aus dem etwa 60 km entfernten Dümmer, dessen Flora den gleichen Reichtum an beiden Algengruppen und meist auch die gleichen Arten enthält. Trotzdem darf man wohl annehmen, daß dieses Plankton auch den Trophiezustand der Hunte kennzeichnet; denn die Plankter kommen ja zusammen mit dem eutrophen Dümmerwasser aus diesem See, und wenn sie den Einflüssen widerstehen, denen die Hunte nach dem Verlassen des Dümmer unterworfen ist, so zeigt das doch, daß das Wasser seinen Charakter im ganzen noch nicht wesentlich geändert hat.

Im Osternburger Kanal sind allerdings auch andere Einflüsse zu verspüren, die wohl zum Teil von seiner Verbindung zu den Sager Meeren herrühren. Sein Plankton, das jeweils am gleichen Tage wie das der Neuen Hunte geschöpft wurde, unterscheidet sich in einigen Formen doch von diesem, so vor allem in der verschiedenen Häufigkeit der *Microcystis*- und der *Synura*-Arten sowie der von *Dictyosphaerium pulchellum*. Es fällt auch auf, daß sich das sonst im Gebiet meist recht seltene, in den Sager Meeren aber häufige *Gonyostomum semen* vereinzelt im Plankton des Osternburger Kanals fand.

Der Küstenkanal unterscheidet sich in seiner Algenflora nicht wesentlich von den beiden Huntearmen. Sein Plankton ist in den eben genannten Unterschieden zwischen diesen beiden meist dem des Osternburger Kanals

ähnlicher als dem der Neuen Hunte, was damit zusammenhängen mag, daß auch er einen Arm der Lethe aufnimmt.

Neben ihrer Eutrophie zeigt die Hunte, wie die meisten übrigen Zuflüsse der Unterweser, stark humose Züge. Die Eisenbakterien sind nicht in den Mengen wie in der Hamme vorhanden, kommen aber in beiden Hunteärmen wie im Küstenkanal doch recht häufig vor. Ähnliches gilt für die Gattung *Trachelomonas,* die mit 16 Formen im Mittellauf der Hunte hier nächst der Hamme am häufigsten vertreten ist. Unter den Desmidiaceen finden sich neben den eutraphenten Arten dieser Gruppe wieder vereinzelt typische Moorbewohner, wie *Closterium rostratum, Cl. Kützingii, Cl. Venus.* Halophyten wurden in den einzelnen Armen der Hunte nicht gefunden, während Hustedt bei den Kieselalgen im Osternburger Kanal 11,3 % und in der Neuen Hunte 13,4 % Halophyten feststellte (1959, S. 105 u. 123).

In Oldenburg und unterhalb der Stadt nimmt der Trophiegrad in der vereinigten Hunte noch zu. Die Artenzahlen der Chroococcalen und der Chlorococcalen sind noch vermehrt um die Arten, die durch die Flut von der Weser her hunteaufwärts gebracht werden. Die Individuenzahlen sind vor allem bei den Chlorococcalen sehr hoch. Trotzdem herrschen von Oldenburg ab im Hunteplankton die oberhalb der Stadt viel weniger häufigen Kieselalgen, vor allem *Actinocyclus Normanii* tritt in sehr großen Mengen auf. Im ganzen ist dieser Teil der Hunte wohl der am stärksten eutrophe Flußlauf im Untersuchungsgebiet. Die Verschmutzung hat sich hier für die Eutrophie noch verstärkend ausgewirkt.

Die makroskopischen Massenformen des Uferbewuchses finden im Unterlauf der Hunte etwa in der gleichen Reihenfolge die Grenze ihres Vorkommens wie in der Wümme. *Blidingia minima* hört als erste auf bei km 17 unterhalb Oldenburgs. Die letzten Schlickbänke mit makroskopisch sichtbarer *Euglena obtusa* liegen bei km 12,5. Einzelindividuen der Art findet man bis Oldenburg, aber da die Schlickbänke in dem engen, eingedeichten Lauf der Hunte nicht weit bis nach oben gehen, so hört ihr Massenvorkommen hier — im Gegensatz zur Wümme — früher auf als das von *Rhizoclonium,* von dem ich die letzten makroskopischen Watten bei km 7,5 sah. *Phormidium autumnale* und *Vaucheria compacta* besetzen bis nach Oldenburg hinein alle für sie möglichen Substrate des Hunteufers. Vor allem das erstere fällt hier auf durch seine prächtig entwickelten, glänzend schwarzen Lager und kennzeichnet damit diesen Teil des Flusses als stark verschmutzt. Aber auch *Vaucheria* geht fast bis an die untere Grenze der Tidenhubzone. Wohl durch das ruhigere Wasser in dem engen und von hohen Deichen umgebenen Flußbett häuft sich im Unterlauf der Hunte der Schlick auf den Steinen der Uferböschung mehr als in den anderen Flüssen. Dadurch wird *Blidingia,* die ein festes Substrat braucht, schon weit unterhalb Oldenburgs der Lebensraum entzogen, und *Vaucheria compacta* nimmt den frei gewordenen Platz ein. Dabei zeigt es sich in Oldenburg, daß diese Alge in gleichem Maße wie *Phormidium* den Schmutz zu ertragen vermag. Aus dem

weichen und stark verschmutzten Schlick finden ihre Fäden immer wieder ins Freie und bilden hier dichte Rasen, während Phormidium auf feste Unterlage beschränkt ist und vor allem an den senkrecht stehenden Pfosten und Mauerteilen herrscht, die weniger verschlicken.

Überraschenderweise findet sich hier — vor allem in Oldenburg, aber auch unterhalb der Stadt — auch im Gebiet des Tidenhubs in den makroskopischen Algenwatten ein reiches Metaphyton. Allerdings ist es nicht eigenständig, sondern besteht fast nur aus abgesunkenen Planktern, aber auch in dieser Form habe ich es im übrigen Untersuchungsgebiet nirgends gesehen. Eine volle Erklärung für diese Ausnahmeerscheinung kann ich nicht geben. Die überreiche Menge des Planktons bewirkt als solche schon eine Vermehrung des Metaphytons. Sie wird durch die starke Verschmutzung in größerem Maße zum Absinken gebracht. Der reichlich vorhandene, klebrige Schlick hält abgesunkene Plankter besser fest. Auch das ruhigere Wasser der Hunte spült sie nicht so leicht wieder fort. Vielleicht wirken alle diese Ursachen zusammen, um die gefundenen Tatsachen zu erklären. — Da das Metaphyton fast nur aus abgesunkenen Planktern besteht, so brauchen wir es hier aber nicht gesondert zu behandeln.

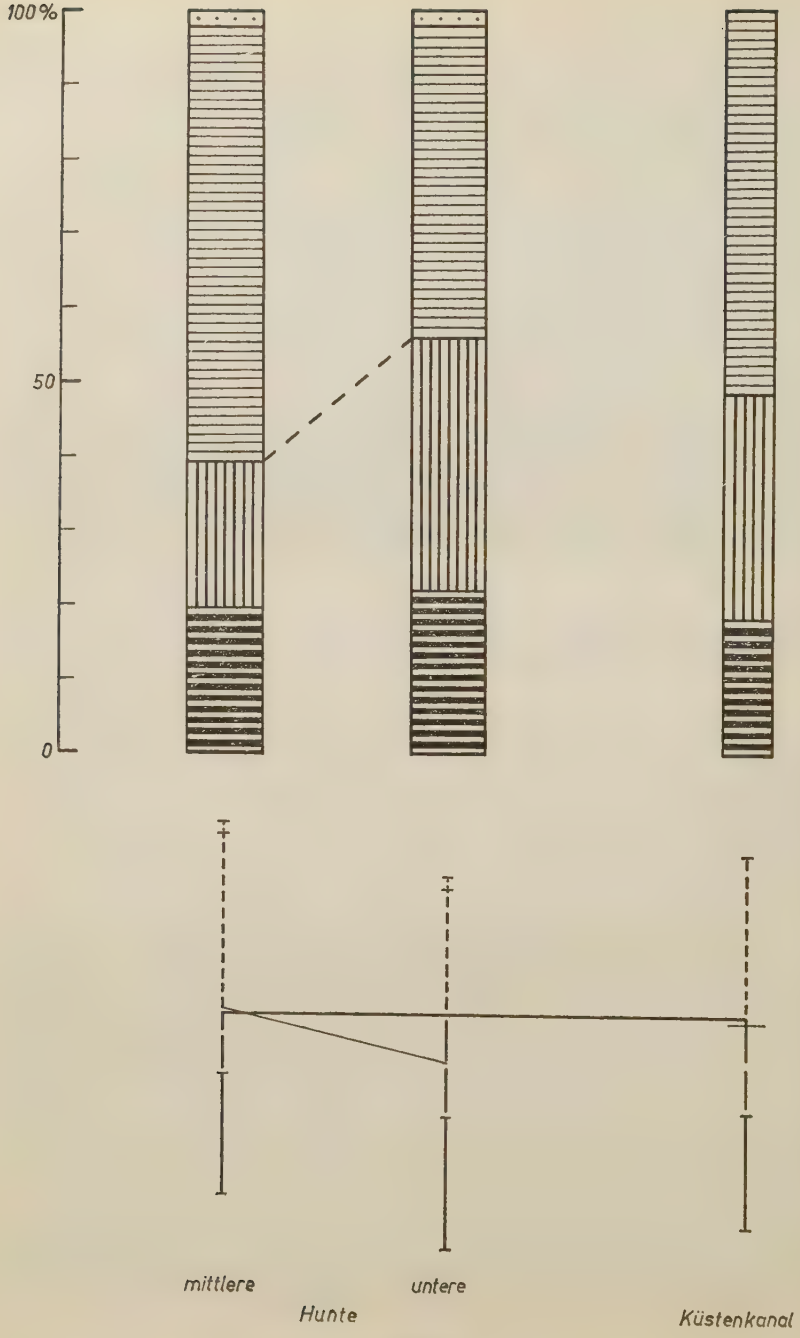
Tabelle 4

Indikatorwerte für die Bestimmung des Verschmutzungszustandes der Hunte und des Küstenkanals

	mittlere Hunte	untere Hunte	Küstenkanal
oligosaprob	1	1	0
β-mesosaprob	30	21	17
α-mesosaprob	10	17	10
polysaprob	10	11	6
Summe:	51	50	33

Die starke Verschmutzung der Hunte in Oldenburg ist offensichtlich, aber auch in den Armen oberhalb der Stadt sind schon deutliche Anzeichen einer allerdings mehr natürlichen Verschmutzung vorhanden. Im Mai 1958 trieben auf beiden Huntearmen zahlreiche Fladen, die im wesentlichen aus *Oscillatoria curviceps* bestanden und daneben *O. limosa* enthielten. Zwar sind diese beiden Arten nach Liebmann keine Indikatoren für Verschmutzung, aber in unserem Gebiet häuft sich *O. curviceps* oft an offensichtlich verschmutzten Stellen, und auch Fjerdingstad (1950, S. 88 und Fig. 30) findet sie nur im α-mesosaproben Gebiet.

Die Darstellung des Verschmutzungsgrades nach dem Saprobiensystem bringen Tabelle 4 und Abbildung 4. Danach sind die Hunte oberhalb Oldenburgs einschließlich des Osternburger Kanals an der unteren Grenze des β-Mesosaproben, und der Küstenkanal ist soeben im α-mesosaproben Gebiet.


100%
50
0
mittlere
Hunte
untere
Küstenkanal

(Der Osternburger Kanal scheint dabei deutlich besser dazustehen als die Neue Hunte; doch sind bei der geringen Zahl von vier Proben, die für ihn zur Verfügung standen, Zufallsergebnisse nicht ausgeschlossen. Treibende Fladen von *Oscillatoria curviceps* fanden sich auch in ihm.) Die stärkere Verschmutzung des Küstenkanals beruht wohl auf der Schiffahrt dort und darauf, daß sein Wasser langsamer fließt.

Der Unterlauf der Hunte ist mitten im α-mesosaproben Gebiet. Die Abwässer der Stadt Oldenburg wirken sich auf den Fluß sehr stark aus. Vom letzten Teil der Hunte habe ich, wie schon gesagt, keine Proben entnehmen können, aber die untersuchte Strecke ist wesentlich ungünstiger als die ungünstigsten Teile der Unterweser, und es ist anzunehmen, daß der Zustand der Unterweser durch den Einfluß der Hunte verschlechtert wird, wie es die Entwicklung des Weserplanktons unterhalb der Huntemündung ja auch zeigt (S. 121 f). Umgekehrt bewirkt das mit der Flut eindringende Weserwasser eine Verbesserung des Zustandes der Hunte. — Mit diesen Befunden bestätigen wir die Ergebnisse, die Höhnk (1958, S. 233 und Abb. 2 und 3) bei seinen Pilzuntersuchungen festgestellt hat.

Führt man die Berechnung des Verschmutzungsgrades für den in der Stadt Oldenburg und den flußabwärts davon gelegenen Teil der Hunte getrennt durch, so ergibt sich für den letzteren eine gewisse Verbesserung des Zustandes. Doch gibt hier die starre Anwendung unseres Schemas die wirklichen Verhältnisse nur recht ungenau wieder. Vor allem das hunteabwärts strömende Plankton verweilt zu kurze Zeit in der Stadt, um sich in seiner Zusammensetzung den dortigen Verhältnissen anpassen zu können. Wenn man es für die Bestimmung des Verschmutzungsgrades mit verwendet, so bekommt man ein zu günstiges Bild. Am besten würde man das Plankton bei der Beurteilung einzelner Punkte oder sehr kurzer Teilstrecken eines fließenden Gewässers nicht mit berücksichtigen. Vor allem aus den gleichen Gründen verwendet auch Fjerdingstad (1950) bei der Untersuchung des kleinen Flusses Molleaa im wesentlichen nur die Bodenflora. Aber wenn wir dies in der Tidenhubzone eines Flusses tun, wo ein eigenständiges Metaphyton fehlt und auch nur sehr wenig Periphyton vorhanden ist, so bleiben nach der Bewertung von Liebmann so wenig Indikatoren übrig, daß einzelne Zufallsfunde etwa von polysaproben oder oligosaproben Formen die Einstufung wesentlich beeinflussen. Deshalb sollte man hier auf eine rechnerische Bestimmung der Verschmutzung nach einem Schema ganz verzichten und die Beurteilung einfach nach dem Aspekt der Massenformen vornehmen, der uns in diesem Fall deutlich sagt, daß die Verhältnisse in der Hunte in Oldenburg wesentlich schlimmer liegen als in dem untersuchten Flußteil unterhalb der Stadt.

Textabb. 4: Saprobienspektren und Einstufungen der Hunte und des Küstenkanals nach den Bewertungen von Liebmann.

Bei der Beurteilung nach Kolkwitz hat man zwar eine größere Zahl von Indikatoren, aber trotzdem würde sich diese gerade in unserem Falle nicht anwenden lassen. Die zahlreichen Chlorococcalen der Hunte sind nach Kolkwitz meist oligosaprob. Schon dadurch ergibt sich eine überraschend günstige Beurteilung des Flusses. Da nun in seinem Unterlauf noch die von Kolkwitz meist gleich beurteilten Chlorococcalen aus dem Weserplankton hinzukommen, ist dieser bei einer starren Anwendung des Schemas günstiger gestellt als der Mittellauf. Die Toleranz der meisten Chlorococcalen gegen Verschmutzung ist von Kolkwitz nicht richtig eingeschätzt.

Über die Humosität der Hunte in ihrem Unterlauf läßt sich nach unseren Untersuchungen wenig sagen. Alle Humus anzeigenden Organismen sind — ähnlich wie in der Hamme und der Wümme — bei der in Oldenburg plötzlich einsetzenden Verschmutzung stark zurückgegangen und fast verschwunden. Aber es läßt sich nicht entscheiden, ob bei ihnen eine besondere Empfindlichkeit gegen Verschmutzung vorliegt oder ob durch die Verschmutzung am humosen Charakter des Wassers selbst etwas geändert und den Humusorganismen vielleicht dadurch der Lebensraum entzogen ist. In beiden Fällen aber kann man die Humusorganismen in gewissem Sinne als negative Verschmutzungsindikatoren verwenden (Trachelomonas allerdings nur gegenüber Industrieverschmutzung), wie es Kolkwitz zum Teil auch tut, indem er die Eisenbakterien fast alle als oligosaprob bezeichnet. Dementsprechend sind in der Hunte die oberhalb Oldenburgs recht häufigen Eisenbakterien, vor allem *Leptothrix discophora,* in dieser Stadt selbst kaum gefunden, während sie unterhalb davon wieder in geringer Häufigkeit auftreten. Von der Gattung *Trachelomonas,* deren Formenzahl von der Hamme zur Lesum von 33 auf 7 gesunken war, fanden sich in der Hunte oberhalb Oldenburgs 16 Arten, in der Stadt selbst nur 3, und unterhalb davon stieg die Artenzahl wieder an auf 11. Beide Beispiele bestätigen also, daß gleich unterhalb der Stadt eine Selbstreinigung in der Hunte eingesetzt hat. Zu dem gleichen Ergebnis kommen wir mit positiven Verschmutzungsindikatoren, mit *Phacus* und *Euglena.* Von *Phacus* fanden sich oberhalb Oldenburgs in der Hunte 11 Arten. Die Zahl stieg in der Stadt auf 15 und sank unterhalb davon auf 5. Für Euglena sind die entsprechenden Zahlen 7, 8 und wieder 7, also weniger aussagend. Doch über die Verwendbarkeit der Gattungen *Euglena, Phacus* und *Trachelomonas* als Indikatoren für die verschiedenen Formen der Verschmutzung sind Untersuchungen im Gange, über die an anderer Stelle berichtet werden soll.

Aus dem Neuen Kanal wurden nur wenige Proben untersucht, da dieser meist stehendes Wasser hat und die Hunte nur wenig beeinflußt. Eine Litoralprobe bestand vor allem aus *Leptothrix ochracea,* die zum großen Teil noch im lebenden Zustand war. Daneben war *Beggiatoa leptomitiformis* häufig. Eine Planktonprobe enthielt sehr viel *Synura* und ähnelte im übrigen dem Plankton der Huntearme. Einige Proben von dem reich besiedelten Wehr, das den Kanal von der Hunte trennt, und aus der Mün-

dungsbucht des Kanales unterhalb des Wehres, die bei jeder Tide mit Huntewasser aufgefüllt wird, enthielten interessante Formen, die aber zur Charakterisierung des Neuen Kanals wenig beitragen. Sie sind im systematischen Teil besprochen. Die acht aus diesem Gewässer untersuchten Proben brachten insgesamt 102 Formen. Im ganzen macht der Neue Kanal den Eindruck eines eutrophen und stark moorigen Gewässers.

Die Gesamtzahl der in der Hunte und ihren Zuflüssen gefundenen Formen ist mit 319 die höchste für alle Zuflüsse der Unterweser. Auch das kennzeichnet die sehr hohe Eutrophie dieses Flußsystems. Auch diese Eutrophie wirkt sich natürlich für die Weser ungünstig aus.

C. Die Geeste

Die Geeste ist der letzte rechtsseitige Nebenfluß der Weser. Sie ist beträchtlich kleiner als Hunte und Wümme-Lesum und in ihrer Länge von fast 40 km etwa der Hamme zu vergleichen. Doch ist sie im Unterlauf wasserreicher als diese. Sie durchströmt Moor- und Weideland, durchfließt zwei kleine Seen, den Altluneberger und den Fleinsee, bekommt aus anderen Seen, vor allem dem größeren Sellstedter See, Zuflüsse und mündet in Bremerhaven in die Wesermündung. Ihr Einfluß auf die Weser ist unbedeutend, da in der Wesermündung das Nordseewasser entscheidend ist. Die Geeste interessiert hier aber wegen der Auswirkung ihrer Verschmutzung auf das durchflossene Gebiet, vor allem auf die Stadt Bremerhaven.

Der untere Teil ihres Laufes war ursprünglich stark gewunden, ist jetzt aber begradigt. Die noch vorhandenen Nebenarme wurden nicht mit untersucht. Sehr wesentlich ist, daß die letzten 9 km des Flußlaufes durch eine Schleuse, die Schiffdorfer Stauschleuse, von seinem oberen Teil abgetrennt sind. Diese Schleuse ist bei Tidenhochwasser jeweils längere Zeit geschlossen, um der andringenden Flutwelle hier ihre Grenze zu setzen. Sie trennt den Fluß in zwei ökologisch sehr verschiedene Teile. Der Charakter des Flusses oberhalb der Schleuse wird bestimmt durch die Moor- und Weidegebiete an seinen Ufern und durch die Seen, die von der Geeste und ihren Zuflüssen durchströmt werden. Es sind die für das Gebiet östlich Bremerhavens typischen, von Lundbeck (1951) als Marschseen bezeichneten flachen Gewässer von stark moorigem Charakter, die aber ausgesprochen eutroph sind und in der Reaktion ihres Wassers um den Neutralpunkt liegen.

Der Unterlauf der Geeste dagegen steht völlig unter der Wirkung des Tidenhubs, des Salzwassers und der von Bremerhaven und seiner Industrie ausgehenden Verschmutzung. Der Tidenhub, der vor der Mündung eine Höhe von etwa 3,50 m hat, beträgt bei der Stauschleuse noch 2,90 m. Er fällt oberhalb der Schleuse auf 1 m und klingt dann allmählich ab. Der von Lüneburg gemessene Salzgehalt betrug in dem allerdings besonders niederschlagsreichen Winter 1947/48 in der Mündung der Geeste durchschnittlich 5—6 ‰ und nahm bis zur Stauschleuse auf weniger als 1 ‰ ab (Lüneburg 1949, S. 220). Er ist im Mittel wesentlich höher als in den von uns unter-

suchten Teilen der Weser, nimmt aber auf der kurzen Strecke sehr schnell ab und ist bei der Stauschleuse etwa so hoch wie in der Weser bei Bremen. Bei dem starken Gefälle im Salzgehalt entstehen durch die Flutbewegung des Wassers für die Litoralalgen des Unterlaufes stärkere Schwankungen in der Salzkonzentration des Mediums, was wieder eine schärfere Auslese bedeutet. — Im Gegensatz zum Hauptteil der Unterweser haben wir in der Geeste aber normales Brackwasser vor uns und nicht ein durch Kaliabwässer versalzenes Süßwasser.

Der pH des Flusses, der nach eigenen Messungen am 28. 5. 1958 auf der Höhe von Geestenseth 6,5 und bei Brahmel um 7 betrug, war nach den Untersuchungen Lüneburgs bei der Stauschleuse 6,9 und bei der Geestemündung 7,5. Sein Betrag nimmt also mit der Eutrophierung und der Verschmutzung gleichsinnig zu.

Die Stärke der Verschmutzung wird am einfachsten veranschaulicht durch die Abnahme der Sichttiefe, die am 28. 5. 1958 bei Brahmel 49 cm betrug, bei der Schiffdorfer Stauschleuse 40 cm und dicht vor der Mündung des Flusses nur 23 cm. Die von Lüneburg gefundenen Nitritwerte sind mit 40—50 γ/l Jahresmittel sehr hoch. — Für weitere physiographische und hydrochemische Angaben über die Geeste verweise ich wieder auf die Arbeiten von Höhnk (1958) und Hustedt (1959) sowie auf die Arbeit von Lüneburg (1949).

Unsere Untersuchungen bezogen sich vor allem auf den Unterlauf des Flusses, aus dem Mittellauf wurden nur zum Vergleich einige Proben entnommen. Die Geeste wurde von uns zweimal, am 8. 6. 1957 und am 3. 9. 1957 mit dem Schlauchboot des Instituts für Meeresforschung von der Mündung bis zur Stauschleuse befahren, ein dritter Besuch am 28. 5. 1958 mit dem Auto des Instituts galt auch dem Mittellauf, und es wurden bei den Brücken in der Nähe von Geestenseth (etwa 18 km oberhalb der Stauschleuse) und von Brahmel (4 km oberhalb der Schleuse) Proben gesammelt. Alle drei Besuche geschahen zusammen mit den Herren Dr. Hustedt und Dr. Höhnk, deren Ergebnisse über diese Untersuchungen in den oben genannten Arbeiten bereits vorliegen.

Von den insgesamt von mir untersuchten 70 Proben stammen 2 Plankton- und 9 Litoralproben von dem Besuch des Mittellaufes, 8 Litoralproben von der Stauschleuse sowie 8 Plankton- und 43 Litoralproben aus dem Unterlauf. Von den letzteren sind 10 aus der Tidenhubzone dicht vor der Mündung und 13 weitere von zwei schwimmenden Anlegern ebendort entnommen worden. Die Proben aus dem Unterlauf verteilen sich etwa gleichmäßig auf die drei Besuche.

Das Plankton der Geeste

Während der ersten beiden Besuche wurden jeweils Planktonproben von verschiedenen Stellen aus dem Unterlauf der Geeste entnommen. Dabei ergab es sich, daß die Zusammensetzung des Planktons nicht so sehr vom

Ort seiner Entnahme abhing, sondern mehr von der Zeit der Entnahme im Verhältnis zur Tide. Das Wasser im Mittellauf der Geeste staut sich während des Tidehochwassers vor der geschlossenen Schiffdorfer Stauschleuse. Da nach dem Öffnen der Schleuse der erste Schub dieses Wassers während einer Tide bis zur Mündung kommt (vergl. Lüneburg 1949, S. 211), so gelangt auch das darin enthaltene Süßwasserplankton fast in der gleichen Zusammensetzung wie im Mittellauf bis dorthin. Das später nachströmende Wasser mischt sich mit dem der nächsten auflaufenden Flutwelle, seine Planktonorganismen werden, zusammen mit Plankton aus der Wesermündung, wieder flußaufwärts getragen und sterben nun zum Teil in dem salzigen und schmutzigen Wasser ab, bevor sie in der nächsten Tide bis zur Mündung kommen.

Da auf diese Weise das Plankton für den Ort seiner Entnahme nicht so sehr charakteristisch ist, so haben wir in der folgenden Zusammenstellung, um Platz zu sparen, jeweils die Ergebnisse für den Unterlauf von der Stauschleuse ab in einer Spalte zusammengefaßt. Besonderheiten der einzelnen Proben sind im Text besprochen. Wesentlichere Unterschiede ergaben sich gegenüber dem Plankton des Mittel- und Oberlaufes der Geeste und auch zwischen den einzelnen Besuchen. Diese wurden durch getrennte Spalten zum Ausdruck gebracht. Die Spalten sind nicht in der zeitlichen Reihenfolge der Besuche angeordnet, sondern so, daß durch ihre Folge die Jahresentwicklung des Planktons widergespiegelt wird. Die Zusammenstellung umfaßt nur die wichtigeren Formen. Im Text werden einige mehr genannt.

Es bezeichnet:

Spalte 1 Brücke bei Geestenseth, 28. Mai 1958
Spalte 2 Brücke bei Brahmel, 28. Mai 1958
Spalte 3 Unterlauf der Geeste, 28. Mai 1958 (zwei Proben)
Spalte 4 Unterlauf der Geeste, 8. Juni 1957 (drei Proben)
Spalte 5 Unterlauf der Geeste, 3. September 1957 (drei Proben)

Bacteriophyta					
Leptothrix discophora	1	+	1	+	
L. ochracea, leere Scheiden	2—3				
Crenothrix fusca	+				
Cyanophyta					
Microcystis flos-aquae				1—2	
M. holsatica		e	+		
M. incerta				1	
Gomphosphaeria lacustris			+	2—3	+
Aphanizomenon flos-aquae		e	+	4—5	e
Anabaena flos-aquae		2—3	2—3	4—5	
A. macrospora v. *crassa*				2	
A. — v. *robusta*		+	+	2—3	
A. spiroides		3	e	2	

A. — v. *crassa*		+	e	3	
Oscillatoria curviceps		3	1—2		
Chrysophyceae					
Anthophysa vegetans			e	2—3	1
Dinobryon divergens		2	2	e	
D. — v. *angulatum*, leere Gehäuse				3	
Mallomonas spp.	e	+	1	1	+
Synura Bioretii		3—4	2—3		
S. Petersenii		3—4	2—3		
S. spp.	2—3			2—3	2—3
Monosiga ovata		1	1	2	+
Salpingoeca frequentissima			2	1	
Zooflagellata					1
Oicomonas termo					
Bicoeca Kepneri		2	2—3	2	1—2
Heterocontae		e	+	e	
Pseudostaurastrum lobulatum			1—2		e
Tribonema vulgare	e				
Cryptophyceae					
Cryptomonas tenuis	1				
Cr. spp.	+	e		+	
Euglenophyta					
Euglena intermedia			+	+	
Eu. spp.	e	+	+	+	+
Phacus spp.	e	+		+	+
Trachelomonas spp.	e	+	+	+	
Pseudamoeba planktonica	+		e	+	1—2
Volvocineae					
Chlamydomonas spp.		+		1	+
Pteromonas angulosa		+			e
Pandorina morum		+		+	
Eudorina elegans	e	1—2	e	+	+
Volvox aureus	+				
Chlorococcineae					
Pediastrum biradiatum			e	e	+
P. Boryanum		1	2—3	2—3	2
P. duplex		2	2	2—3	2—3
Micractinium pusillum		1—2	3	2—3	1
Oocystis Marssonii			e	1—2	+
Dictyosphaerium pulchellum		1	1—2	2	+
Scenedesmus armatus			+	1	e
Sc. Bernardi					1

Sc. brasiliensis			e	e	1
Sc. falcatus		1	1—2	2—3	2
Sc. longispina		+	2—3		1
Sc. maximum		+	+		
Sc. opoliensis				1	e
Sc. quadricauda		e	e	3	2
Sc. spinosus				+	+
Actinastrum Hantzschii		e	1	1	
Coelastrum cambricum		e			+
Ankistrodesmus falcatus v. *mirabilis*	e		e	1—2	1
Desmidiales					
Closterium Kützingii					1
Cl. moniliferum	+				
Cl. Pritchardianum	2	e	e	e	
Cl. pronum				1	e
Cl. rostratum	2	e			
Staurastrum cuspidatum		e			1
St. paradoxum		+	e	1	1

Bei Geestenseth hat die Geeste noch keinen See durchflossen. Wir haben hier ein reines und dürftiges Flußplankton, in dem *Synura, Closterium Pritchardianum* und *Cl. rostratum* herrschen, aber auch nicht sonderlich häufig sind. Daneben finden sich wenige Eisenbakterien, Cryptomonadinen *(Chroomonas Nordstedtii, Cryptomonas ovata, Cr. platyuris, Cr. tenuis),* einige Kolonien von *Volvox aureus* und ein paar Eugleninen. Blaualgen und Chlorococcale fehlen. Insgesamt befanden sich 27 Arten in der Probe. — Trotz seiner Ärmlichkeit kann man das Plankton nicht als oligotroph bezeichnen, das Flußplankton hat sich hier nur noch nicht voll entwickelt. *Closterium Pritchardianum* und *Cl. moniliferum* sind eutraphent, und *Synura* findet sich in oligotrophen Gewässern mehr im Litoral als im Plankton. *Closterium rostratum* und die Eisenbakterien zeigen den moorigen Charakter des Flusses an.

Ganz anders ist die am gleichen Tage bei Brahmel geschöpfte Probe. Hier beherrschen die aus den inzwischen durchflossenen Seen stammenden Blaualgen das Bild. Im Gegensatz zu den anderen Zuflüssen der Unterweser sind es aber nicht Chroococcales, sondern *Anabaena*-Arten. Daneben hat sich *Synura* kräftig vermehrt, und eine größere Zahl von Chlorococcalen und Volvocalen ist neu aufgetreten. Insgesamt enthält die Probe 45 Arten. Das Plankton ist ausgesprochen eutraphent und zeigt durch die Häufigkeit von *Oscillatoria curviceps* die ersten Züge beginnender Verschmutzung. Vor allem fällt auf, daß die Fäden von *Anabaena spiroides,* obwohl die Probe in frischem Zustande untersucht wurde, überall schon im Absterben sind, ohne daß sie versucht haben, Dauerzellen zu bilden. Das ist ein sicheres Zeichen, daß das Plankton plötzlich in ungünstige Verhältnisse geraten ist.

Wahrscheinlich machen sich hier schon die vom Unterlauf ausgehende Verschmutzung oder der Salzgehalt bemerkbar. Beim Schöpfen der Probe strömte das Wasser trotz der Schleuse kräftig flußaufwärts.

In den Proben des Unterlaufes vom gleichen Tage fand sich *Anabaena spiroides* nicht mehr. *Oscillatoria curviceps,* die nur Tychoplankter ist, war stark zurückgegangen. Dagegen hatten sich andere Plankter, vor allem einige unter den weniger empfindlichen Chlorococcalen, zweifellos noch vermehrt. In der Probe bei der Stauschleuse wurden 43 Arten gefunden, in der bei der Geestemündung 36. Da die letzte Probe kurz vor dem Kentern des Niedrigwassers geschöpft war, fanden sich in ihr keine Formen aus der Weser, die Abnahme der Artenzahl gegenüber der vorherigen Probe ist ein Maß für die Vernichtung des Süßwasserplanktons im Unterlauf der Geeste. Die Wirkung ist aber hier noch nicht stark, da es sich um das Plankton handelt, das in der oben beschriebenen Weise in einer Tide von der Stauschleuse bis zur Geestemündung gelangt ist.

Bei den anderen beiden Besuchen wurden nur aus dem Unterlauf Proben entnommen. Der Besuch im Juni 1957 zeigte die volle Herrschaft der Blaualgen. Zu den *Anabaena*-Arten ist noch *Aphanizomenon* als Massenform gekommen, und außerdem tritt jetzt eine Reihe von Chroococcalen in geringerer Häufigkeit auf (außer den genannten noch *Microcystis viridis, Aphanothece Castagnei, A. elachista, A. microscopica, A. nidulans*). Artenzahl und Häufigkeit der Chlorococcalen gleichen etwa dem Besuch im Mai. *Anabaena spiroides* und ihre var. *crassa* findet sich auch jetzt wieder fast nur in der am weitesten flußaufwärts geschöpften von den drei Proben, und auch *Aphanizomenon* und die anderen *Anabaena*-Arten nehmen deutlich flußabwärts ab. *Dinobryon divergens* v. *angulatum* kommt schon bei der Stauschleuse nur in zahlreichen leeren Gehäusen vor, die nächste Probe enthält noch einzelne davon und die letzte keine mehr. Die Gesamtartenzahlen in den drei Proben, von der Stauschleuse abwärts, betragen 36, 39 und 43.

Das Septemberplankton ist wesentlich ärmer, weil die Blaualgenblüte aufgehört hat. Die Artenzahlen bei den übrigen Gruppen sind etwa gleich geblieben; die Individuenzahlen haben bei den Chlorococcalen wohl abgenommen. Die relative Herrschaft haben jetzt die bei den beiden anderen Besuchen zurücktretenden Kieselalgen, ohne daß diese aber wesentlich häufiger als damals sind. Die Artenzahlen in den drei Proben betragen 32, 16 und 49. Das starke Schwanken der Zahlen bei dieser Fahrt hat besondere Gründe. Die zweite Probe dieses Besuches, die nur 16 Arten brachte, wurde unmittelbar neben der Unterweserwerft entnommen. Wir hatten hier bei der Werft angelegt, um Litoralproben zu sammeln, und die darauffolgende Planktonprobe wurde geschöpft, bevor wir nach dem Abstoßen vom Ufer wieder in der eigentlichen Strömungsrinne waren. Es macht sich hier im lenitischen Wasser der Uferregion die starke Verschmutzung bemerkbar, die von der Unterweserwerft und den hier mündenden Leher Sielen ausgeht.

Beim Untersuchen der Probe war vermerkt: „Viel Detritus". Sie stammt von der gleichen Stelle, an der Hustedt (1959, S. 128) ein Maximum in der Artenzahl der ins Sediment abgesunkenen Diatomeen fand, und etwa von der Stelle, bei der Höhnk (1958, S. 244, Station 13) ein Maximum an schmutzanzeigenden Pilzen feststellte. Allerdings stammen die betreffenden Proben der beiden Autoren von der Junifahrt, aber auch in der Septemberfahrt hat Höhnk etwa an der gleichen Stelle (Station VIII, S. 249) ähnliche Ergebnisse. Uns zeigt das Ergebnis auch den großen Unterschied zwischen den Verhältnissen in der Strömungsrinne und denen im ruhigeren Uferwasser (vergl. S. 169). — Die nächste Probe, die eine Stunde nach der vorigen 250 m vor der Geestemündung kurz nach dem Kentern des Niedrigwassers geschöpft wurde, enthält die höchste Artenzahl dieser Fahrt. Aber es sind darunter acht Arten, die sonst in der Geeste nicht gefunden sind, wohl aber in der Weser, und die nun beim Kippen des Wassers von der Wesermündung aus in die Geeste gekommen sein werden.

Da aus dem untersten Teil der Geeste bei Hochwasser keine Proben entnommen wurden, so sind die aus der Wesermündung stammenden Arten nur zum Teil erfaßt. Doch ist der hierdurch entstandene Verlust nicht hoch, da die Geeste in den Anfang der Verödungszone der Weser mündet, wo die Süßwasseralgen dieses Flusses zum großen Teil schon zugrunde gegangen sind und die Meeresformen erst in sehr geringer Zahl auftreten. Für die Bestimmung der Verschmutzung ist das Fehlen dieser Arten ohne Bedeutung.

Das Litoral der Geeste

Ich bringe wieder zuerst eine Zusammenstellung der wichtigsten gefundenen Formen. Es bezeichnet:

Spalte 1 Brücke bei Geestenseth, 28. Mai 1958
Spalte 2 Brücke bei Brahmel, 28. Mai 1958
Spalte 3 Schiffdorfer Stauschleuse, drei Besuche
Spalte 4 Unterlauf des Flusses ohne die Mündung, zwei Besuche
Spalte 5 Mündung des Flusses (1 km vor der Mündung bis zu dieser), drei Besuche
Spalte 6 Schwimmende Anleger vor der Mündung, drei Besuche

Bacteriophyta						
Beggiatoa leptomitiformis						+
Thiothrix annulata						2
Th. nivea						3—4
Cladothrix dichotoma						1
Cyanophyta						
Oscillatoria curviceps		3—4				
O. irrigua		2				
O. tenuis		3		3		

Phormidium autumnale			4	4	4—5	2—3
Ph. Corium		1	3	1—2		
Ph. Jenkelianum				1—2		
Ph. uncinatum				+		
Lyngbya aerugineo-coerulea		1		+		
L. Digueti			3			
Microcoleus lacustris						2—3
M. vaginatus				2—3		
Zooflagellata						
Trepomonas agilis				+		
Chrysophyceae						
Anthophysa vegetans		+				2
Heterocontae						
Heterothrix Bristoliana			2—3			
Vaucheria aversa	2					
V. compacta				5	3	e
V. geminata	3					
V. hamata			3			
V. sessilis			1			
V. terrestris	2					
Cryptophyceae						
Chroomonas Nordstedtii	+	e				
Cryptomonas platyuris	+	1				
Cr. rostratiformis	e	+				
Cr. tenuis	+	e				
Phaeophyta						
Ectocarpus siliculosus						3
Euglenophyta						
Euglena obtusa					5	
Eu. satelles					2	
Phacus spp.		1				
Trachelomonas hispida	+	+				
Tr. volvocina	+	e	+			
Tr. zorensis		1				
Peranema trichophorum	1—2		+			
Notosolenus obliquus		e	+			
Chlorococcineae						
Pediastrum Boryanum		1	1—2			
Scenedesmus armatus		1	e			
Sc. dimorphus	e	+	+	e		
Sc. quadricauda		1	2	1	1	1
Sc. Westii		1	1	+		

Ulotrichineae						
Ulothrix pseudoflacca				1—2		1
U. tenerrima		+				
Hormidium rivulare		2—3				
H. sp.		2—3	1	1	1—2	
Stigeoclonium						1—2
Blidingia minima			4—5	3—4	4	2
Enteromorpha compressa				3	4—5	4—5
E. intermedia						2
E. intestinalis			3	+	3—4	4—5
E. prolifera			2	+	3	2—3
Cladophorineae						
Rhizoclonium hieroglyphicum			4	2	2—3	2
Rh. — v. *crispum*		1—2	2	2—3	+	2
Rh. — v. *riparium*					3	
Cladophora rupestris						1—2
Cl. sericea						3—4
Desmidiales						
Mesotaenium caldariorum		2				
M. Endlicherianum			2			
Cylindrocystis Brébissonii		2	2			
Closterium moniliferum	+		e			
Cl. Pritchardianum	+	e				
Cosmarium sp.		1—2				

Die Zonierung der makrophytischen Algen im Unterlauf der Geeste entspricht im ganzen der in den anderen Flüssen. Da aber die Uferböschungen außerhalb der Stadt Bremerhaven weniger mit Steinen versehen sind, so treten die Formen des festen Substrates, *Blidingia, Enteromorpha* und *Rhizoclonium*, hier stark zurück. Dafür herrscht *Vaucheria compacta* in einem meist breiten Gürtel von Bremerhaven bis zur Stauschleuse. Dort hört sie plötzlich auf und wird wie bei den anderen Flüssen durch andere Arten der Gattung ersetzt. Dicht flußaufwärts der Schleuse fanden wir *V. hamata* und *V. sessilis*, bei Geestenseth *V. aversa, V. geminata* und *V. terrestris*. Auf Torf in den letzten Ausläufern der Tidenhubzone kam neben mehreren typischen Luftalgen auch die sonst wenig bekannte *Heterothrix Bristoliana* in makroskopischen Watten vor.

Die stellenweise reichlich vorhandenen Schlickbänke tragen im Unterlauf wieder das typische *Euglenetum obtusae*. Selbst noch auf dem salzigen und sehr stark verschmutzten Schlick zwischen den Laufhölzern an den Helligen der Rickmerswerft fanden sich *Euglena obtusa* und *Eu. satelles* mit den genannten Kieselalgenbegleitern, vor allem *Cylindrotheca gracilis*.

Im Stadtgebiet von Bremerhaven, wo an Mauern, Anlegern und Duckdalben reichlich geeignetes Substrat vorhanden ist, herrschen wie in der

Wesermündung *Enteromorpha*-Arten zusammen mit *Blidingia* und *Phormidium autumnale*. Gefunden wurden *Enteromorpha compressa, E. intestinalis* und etwas weniger *E. prolifera*, an Anlegern auch *E. intermedia*. Diese Algen bilden in ihrer Gesamtheit große Massen, die in breiten Gürteln die festen Substrate der gesamten Tidenhubzone und der Spritzzone besiedeln. Vor allem *Phormidium autumnale* ist noch mächtiger entwickelt als in Oldenburg und zeigt die sehr starke Verschmutzung im Stadtgebiet an. Doch auch an den Mauern der Schiffdorfer Stauschleuse findet sich fast die gleiche Gesellschaft, nur daß hier in dem viel weniger salzigen Wasser die Enteromorphen gegenüber *Blidingia* zurücktreten. — *Rhizoclonium* bildet bei der Stauschleuse wie in Bremerhaven wieder die oberste Zone des Algengürtels.

Die in mehreren Punkten abweichende Besiedlung der schwimmenden Anleger in Bremerhaven wurde schon in anderem Zusammenhang besprochen (vergl. S. 100 ff).

Oberhalb der Stauschleuse verschwinden die Brackwasseralgen sofort, und die an ihre Stelle tretenden Süßwasserarten sind viel dürftiger entwickelt. Bei dem einzigen Frühjahrsbesuch des Mittellaufes waren an manchen Stellen makroskopisch keine Algen zu erkennen. Doch war noch die Zeit der Kieselalgenblüte, und die übrige Algenflora war noch nicht voll entwickelt, so daß sich über sie nichts Endgültiges aussagen läßt.

Bei Geestenseth fanden sich außer Kieselalgen nur oberhalb des Wasserspiegels die schon genannten *Vaucheria*-Arten. Bei Brahmel überraschten uns zahlreiche Watten von Oscillatorien, die im Röhricht an den Schilfhalmen hingen oder in Fladen den Fluß hinauftrieben. Im Gegensatz zu den anderen untersuchten Flüssen und Wiesengräben bestanden diese Fladen hier aus reinen Watten von *Oscillatoria curviceps*, die so häufig war, daß sie auch reichlich im Plankton auftrat. Als Aufwuchs fand sich auch *O. tenuis* in makroskopischen Watten, während *O. limosa* in der Geeste nicht gesehen wurde.

Metaphyton ist im gesamten Unterlauf der Geeste so gut wie gar nicht vorhanden. Der hohe Salzgehalt mit seinen starken Schwankungen wie das Trockenliegen bei Niedrigwasser lassen es wohl beide nicht aufkommen. Im Mittellauf bis zur Stauschleuse einschließlich fanden wir es in mäßiger Fülle. Außer den in der Tabelle angeführten Formen wären noch zu nennen an Eugleninen: *Euglena intermedia, Phacus caudatus, Ph. triqueter, Ph. tortus, Trachelomonas curta, Tr. Stokesiana, Peranema pleururum, Petalomonas mediocanellata* v. *disomata, Anisonema prosgebium*, an Desmidiaceen *Closterium acutum, Cl. Kützingii* und *Staurastrum punctulatum*. Dazu kommen noch einige Protococcale, meist abgesunkene Plankter. Im ganzen sind keine Formen darunter, die nicht auch in den anderen Zuflüssen gefunden wurden.

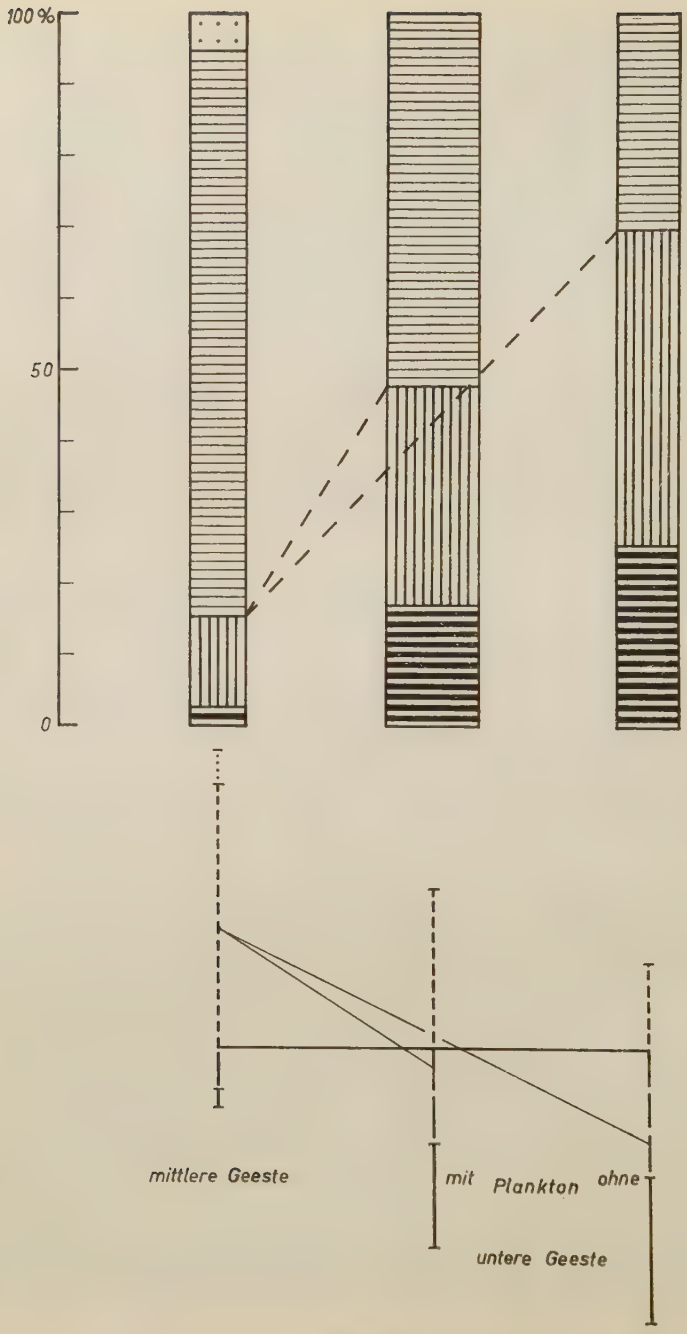
Die Gesamtbetrachtung der Algenbesiedlung zeigt, daß wir in der Geeste — ähnlich wie in der Hunte — ein hoch eutrophes Gewässer vor uns haben.

Die Massenformen der Blaualgen im Plankton und die Massenentwicklung der Grünalgen im Uferbewuchs des Unterlaufes bis zur Stauschleuse beweisen das. Das Massenvorkommen der *Anabaena*-Arten möchte vermuten lassen, daß der Trophiegrad der Geeste noch höher sei als der der Hunte, wo die Chroococcalen, die hier die Blaualgen des Planktons darstellen, zwar in einem hohen Artenreichtum, aber in wesentlich geringeren Individuenzahlen auftreten. Aber die Chlorococcales sind in der Geeste sowohl der Arten- wie auch der Individuenzahl nach deutlich schwächer entwickelt als in der Hunte (49 Arten gegenüber 79 in der Hunte, davon 64 oberhalb Oldenburgs), und die sehr große Planktonmenge, die im Unterlauf der Hunte vor allem durch die Massen der Kieselalgen erreicht wird, ist in der Geeste sicher nicht vorhanden. Allerdings verdankt die Hunte diese besonders starke Entwicklung des Planktons im Unterlauf mit der zusätzlichen Eutrophierung, die durch die Verschmutzung in Oldenburg zustande gekommen ist, während im kurzen Unterlauf der Geeste sich die vor allem von der Mündung ausgehende Verschmutzung nicht mehr eutrophierend auf das Plankton auswirken kann. Im Mittellauf möchte der Trophiezustand beider Flüsse etwa gleich sein.

Die Humosität der Geeste scheint nach unseren Untersuchungen nicht so ausgeprägt zu sein, wie nach der Art ihres Einzugsgebietes zu vermuten wäre. Die Sichttiefe im Mittellauf der Geeste ist höher als in der Hamme, allerdings niedriger als in der Hunte. Die Eisenbakterien sind im Vergleich zu Hamme und Hunte schwach entwickelt, ebenso die *Trachelomonas*-Arten und die Cryptomonadinen. Da aber nur ein Besuch des Mittellaufes vorliegt, so sagen diese Befunde nichts Entscheidendes aus. Das fast vollständige Fehlen aller dieser Gruppen im Unterlauf besagt nichts, da die Eisenorganismen auch in den anderen Zuflüssen beim Einsetzen stärkerer Industrieverschmutzung verschwinden oder doch stark zurückgehen.

Die Verschmutzung der Geeste

Bei der Bestimmung des Verschmutzungsgrades der Geeste in der bisherigen Weise kommt man für den Mittellauf zum β-mesosaproben und für den Unterlauf zum α-mesosaproben Stadium. (Tabelle 5 und Abb. 5.) Im Mittellauf liegt eine geringe und im allgemeinen natürliche Verschmutzung vor; in den letzten Kilometern oberhalb der Stauschleuse kommen allerdings Einflüsse von unterhalb hinzu, die den Durchschnittswert etwas herabgedrückt haben. Die Lage im Unterlauf wird aber durch das angewendete Schema nicht richtig wiedergegeben. Die Plankter zeigen hier fast immer die günstigeren, die Litoralformen die weniger günstigen Verhältnisse an. Die ersteren stellen im wesentlichen das Plankton des Mittellaufes dar, das zum Teil in der oben beschriebenen Weise nach Öffnen der Stauschleuse fast in der gleichen Zusammensetzung in wenigen Stunden bis zur Mündung kommt und das auch dann, wenn es diesen Weg noch einmal hin und zurück machen muß, sich in seiner Zusammensetzung den Verhältnissen des Unterlaufs noch nicht anpassen kann und diese nicht wiedergibt. Des-


100 %
50
0
mittlere Geeste
mit Plankton
ohne
untere Geeste

halb wurde eine zweite Darstellung nur auf den Litoralformen aufgebaut (Tabelle 5 und Abb. 5 rechts). Auch nach ihr ist der Unterlauf der Geeste α-mesosaprob, aber ihr Zustand nähert sich schon stark der polysaproben Stufe. Damit ist die untere Geeste der am stärksten verschmutzte Flußteil unseres Untersuchungsgebietes. — Die Indikatoren für polysaprob sind vor allem *Thiothrix nivea, Th. annulata, Beggiatoa leptomitiformis* und *Trepomonas agilis,* für α-mesosaprob *Phormidium autumnale, Ph. uncinatum, Oscillatoria tenuis, O. formosa* und *Anthophysa vegetans.* Die Verschmutzungsformen häufen sich innerhalb des Stadtgebietes von Bremerhaven und sind zwischen Bremerhaven und der Stauschleuse weniger zahlreich. Ein

Tabelle 5

Indikatorwerte für die Bestimmung des Verschmutzungszustandes der Geeste

	mittlere Geeste	untere Geeste mit Plankton	untere Geeste ohne Plankton
oligosaprob	2	0	0
β-mesosaprob	31	34	13
α-mesosaprob	5	20	19
polysaprob	1	11	11
Summe:	39	65	43

wesentlicher Teil gerade der Indikatoren für polysaprob befindet sich an den schwimmenden Anlegern in Bremerhaven. Diese Anleger sind ein Beispiel, wie — im ganzen auf mannigfache Weise, vor allem aber durch Wasserbauten — in Ufernähe größere oder kleinere Teile des Geestewassers der Strömung entzogen werden, und diese Stillwasserbezirke bilden nun die Hauptherde der Verschmutzung, während das Wasser in der eigentlichen Strömungsrinne durch seine regelmäßige Erneuerung je nach der Tide verschieden stark, aber stets weniger belastet ist als die übrigen Teile. Eine Besserung der Verhältnisse könnte erreicht werden, wenn es gelänge, die Wasserbauten so zu gestalten, daß vor- und rückspringende Ecken vermieden werden, damit möglichst das ganze Geestewasser wenigstens an einer langsamen Strömung teil hat.

Das an Hand der Verschmutzungsindikatoren gewonnene Ergebnis über den ungünstigen Zustand der lenitischen Bezirke wird bestätigt durch das starke Absinken der Artenzahlen in der einen Planktonprobe, die nicht aus der Fahrrinne stammte, sondern aus der Nähe des Ufers (vergl. S. 163).

Textabb. 5: Saprobienspektren und Einstufungen der Geeste nach den Bewertungen von Liebmann.

Tabelle 6

Gesamtzahlen der gefundenen Formen

	Gattungen	Arten	Varietäten und Formae	Gesamt
Bacteriophyta	12	18		18
Eisenbakterien	4	6		6
Schwefelbakterien	5	9		9
übrige Bakterien	3	3		3
Cyanophyta	20	87	7	94
Chroococcales	9	28	3	31
Oscillatoriaceae	5	46	1	47
übrige Cyanophyta	6	13	3	16
Chrysophyceae	18	31	1	32
Gefärbte Chrysomonadinen	6	15	1	16
Farblose Chrysomonadinen	12	16		16
Zooflagellata	11	16		16
Heterocontae	7	26	1	27
Vaucheria	1	11	1	12
übrige Heterocontae	6	15		15
Cryptophyceae	7	16		16
Dinophyceae	3	6		6
Phaeophyta	1	1		1
Rhodophyta	2	2		2
Euglenophyta	17	104	12	116
Euglena	1	18	1	19
Phacus	1	25		25
Trachelomonas	1	27	9	36
übrige grüne Eugleninen	3	5	1	6
farblose Eugleninen	11	29	1	30
Chlorophyceae	49	147	11	158
Volvocineae	8	19		19
Tetrasporineae	4	4		4
Chlorococcineae	23	86	6	92
Ulotrichineae	12	32		32
Cladophorineae	2	6	5	11
Zygnemales	1	1		1
Desmidiales	10	51	2	53
Closterium	1	22	2	24
Cosmarium	1	13		13
Staurastrum	1	7		7
übrige Desmidiaceen	7	9		9
Summe	158	506	34	540

III. Vergleiche und Allgemeines; Verschmutzungsindikatoren

Tabelle 6 zeigt die Verteilung der gefundenen Formen auf die verschiedenen Gruppen der Algen und Bakterien. Es fällt auf, daß manche Gruppen nur schwach vertreten sind. Der Grund dafür ist oft eine Empfindlichkeit gegen Verschmutzung. Das möchte ich sicher annehmen für die Dinophyceen, deren sechs Arten fast alle nur in ganz vereinzelten Exemplaren gefunden sind, während die Gruppe in anderen Gewässern um Bremen nach Arten- und Individuenzahl ungleich häufiger auftritt. Vielleicht sollte man sie doch wieder als Indikatoren für das Saprobiensystem verwenden, zumal an Leitformen für oligosaprob doch Mangel ist.

Das gleiche gilt für die gefärbten Chrysomonadinen außer *Synura*. Zwar ist im Mittellauf der von uns untersuchten Flüsse, vor allem in der Hamme, eine Reihe von ihnen gefunden worden, aber schon im Unterlauf dieser Flüsse verschwinden sie fast überall, und in der Weser hält sich nur noch die Gattung *Synura,* diese allerdings recht gut. Da die Chrysomonadinen reine Plankter sind, kann auch im Gebiet des Tidenhubs nur die Verschmutzung oder die zunächst doch geringe Erhöhung des Salzgehaltes als Auslesefaktor in Frage kommen. In einer Planktonprobe, die etwa bei mittlerem ablaufendem Wasser bei der Schiffdorfer Stauschleuse aus der Geeste entnommen war, fanden sich zahlreiche leere Gehäuse von *Dinobryon divergens* var. *angulatum*. Hier kann diese Alge, die aus einem der von der Geeste durchflossenen Seen stammen muß, sicher nicht durch den Salzgehalt getötet sein, da um diese Zeit nur noch Süßwasser die Schleuse passiert, wohl aber durch die Verschmutzung, die schon im Mittellauf der Geeste vorhanden ist. Das stimmt überein mit Ergebnissen von Rodhe (1948, S. 84f), nach denen Kolonien von *Dinobryon divergens* und *Uroglena americana* durch Zusatz von nur 0,005 mg Phosphatphosphor je Liter so stark geschädigt wurden, daß die Dinobryonzellen ihre Gehäuse verließen und die Uroglenakolonien sich vollständig auflösten. Auch Rodhe zieht daraus die Folgerung, daß der Phosphatgehalt in natürlichen Gewässern nicht nur Minimums-, sondern auch Maximumsfaktor sein kann und daß das Fehlen der Gattungen *Dinobryon* und *Uroglena* in bestimmten verschmutzten Seen seiner Heimat auf einem Zuviel an Phosphor (und an Stickstoff) beruht. Ich glaube, daß man zumindest die beiden genannten Arten als Indikatoren für oligosaprob verwenden sollte. (Vergl. auch S. 174.)

Auch die Tatsache, daß die meisten festgestellten Heterokonten — vor allem *Tribonema* und *Characiopsis,* nicht aber *Vaucheria* — überall nur in ganz vereinzelten Exemplaren gefunden wurden, ist vielleicht auf eine Empfindlichkeit gegen Verschmutzung zurückzuführen. In anderen Gewässern unserer Heimat sind die Individuenzahlen dieser Gruppe ungleich höher.

Daß die neun gefundenen Arten der Schwefelbakterien nirgends häufig sind, liegt daran, daß die untersuchten Flüsse als Fließwasser keinen Faul-

Tabelle 7

Vorkommen der Algengruppen in den verschiedenen Flüssen
Die jeweiligen Höchstzahlen sind fett gedruckt

	Hamme	Wümme-Lesum	Hunte	Geeste	Weser
Bacteriophyta	11	**12**	10	10	11
Eisenbakterien	**5**	4	4	3	3
Schwefelbakterien	3	4	3	5	5
übrige Bakterien	3	**4**	3	2	3
Cyanophyta	35	46	45	40	**69**
Chroococcales	8	14	20	16	**26**
Oscillatoriaceae	22	27	23	18	**35**
übrige Cyanophyta	5	5	2	6	**8**
Chrysophyceae	16	**22**	15	12	16
Gefärbte Chrysomonadinen	12	12	7	7	8
Farblose Chrysomonadinen	4	**10**	8	5	8
Zooflagellata	9	7	9	4	**10**
Heterocontae	7	9	9	12	**15**
Vaucheria	2	6	2	6	**7**
übrige Heterocontae	5	3	7	6	**8**
Cryptophyceae	10	10	**12**	6	9
Dinophyceae	2	4	2	1	**6**
Phaeophyta				1	1
Rhodophyta		2	1		2
Euglenophyta	73	72	**78**	38	55
Euglena	9	**16**	13	7	14
Phacus	12	16	**21**	8	7
Trachelomonas	**33**	13	19	9	10
übrige grüne Eugleninen	4	**6**	2	1	1
farblose Eugleninen	15	21	23	13	23
Chlorophyceae	49	72	106	74	**127**
Volvocineae	8	12	7	6	**19**
Tetrasporineae		2		1	2
Chlorococcineae	28	40	79	49	79
Ulotrichineae	11	13	16	13	**18**
Cladophorineae	**2**	5	4	5	**9**
Zygnemales	2	2	3	3	2
Desmidiales	30	15	30	20	23
Closterium	13	9	**15**	7	14
Cosmarium	**10**	4	5	4	2
Staurastrum	3	2	**6**	4	4
übrige Desmidiaceen	4		4	**5**	3
Summe	244	273	319	221	**346**
Zahl der untersuchten Proben	45	129	59	70	579

schlamm haben. Auch die zahlreichen Schlickbänke im Unterlauf der Flüsse enthalten keinen Faulschlamm, sondern einen — allerdings häufig stark verunreinigten — Ton.

Die hohe Zahl der Oscillatoriaceen ist kennzeichnend für die Verschmutzung der Flüsse, während die zahlreichen Arten der Chroococcales in den meisten Flüssen so vereinzelt gefunden sind, daß sie als allochthon bezeichnet werden müssen. Nur *Chroococcus limneticus* und vor allem *Gomphosphaeria lacustris* machen dabei eine Ausnahme. Andererseits enthält doch die Hunte eine größere Zahl von häufigeren und wohl autochthonen Arten dieser Gruppe.

Tabelle 7 bringt die Verteilung der Algengruppen auf die untersuchten Flüsse. Gezählt sind dabei die gesamten Formen. Im Gegensatz zu Tabelle 6 sind hier auch die Formen mitgezählt, die nicht bis zur Art bestimmt werden konnten. Daher sind die Zahlen der beiden Tabellen nicht immer untereinander zu vergleichen. — Die unterschiedlichen Artenzahlen für die einzelnen Flüsse entsprechen im allgemeinen nicht der verschiedenen Anzahl der aus ihnen entnommenen Proben (die jeweils unter den Artenzahlen angegeben ist), sondern sie beruhen auf der verschiedenen Größe und der verschiedenen ökologischen Einheitlichkeit der untersuchten Flußteile sowie vor allem auf dem Vorhandensein oder Fehlen des Tidenhubs in ihnen. Nur bei der Weser wird auch die besonders große Zahl der Proben eine Rolle spielen. Wenn man außerdem berücksichtigt, daß in den Artenzahlen für die Weser auch fast alle Planktonarten der Zuflüsse enthalten sein müssen, so muß man die Gesamtzahl der in ihr gefundenen Arten im Verhältnis zu den Zahlen für die Zuflüsse als niedrig ansehen. Allein das — in der Tabelle nicht in dieser Form angegebene — Flußsystem Hamme—Wümme—Lesum brachte 368 Formen gegenüber den 346 der Weser. Wenn die Hunte mit ihren Zuflüssen demgegenüber nur 319 Formen ergab, so lag das an dem ökologisch einheitlicheren Charakter dieses Flußsystems.

Von den einzelnen Algengruppen sind vor allem die zu beachten, die ihr Artenmaximum nicht in der Weser, sondern — trotz der weit geringeren Zahl der hier untersuchten Proben — in einem der Zuflüsse haben. Das sind die Eugleninen, die Eisenbakterien, die Chrysomonadinen, die Cryptomonadinen und die Desmidiaceen.

Das auffallende Zurücktreten der Eugleninen in der Weser gegenüber den meisten Zuflüssen findet seine Erklärung, wenn man die im Plankton gefundenen Arten dieser Gruppe mit zum Vergleich heranzieht. Hier sind die Zahlen für die Weser (40) denen für Hunte (44) und Wümme-Lesum (45) fast gleich, während die Hamme (20) stark zurücktritt. Die Unterschiede in den Gesamtzahlen beruhen vor allem darauf, daß die Eugleninen in der Hauptmenge ihrer Vertreter Metaphyten sind — was durch dies Beispiel wieder gezeigt wird —, und das Metaphyton wird in der Tidenhubzone der Weser vernichtet, im Mittellauf der Zuflüsse aber nicht. Auf diese Weise wird auch die geringe Zahl der in der Geeste ge-

fundenen Formen erklärt; denn von diesem Fluß ist fast nur das Gebiet des Tidenhubs untersucht. Die im Plankton gefundenen Arten dieser Gruppe kommen hier meist so vereinzelt vor, daß sie nur als Tychoplankter zu werten sind. — Die Sonderstellung der Gattung *Trachelomonas* in der Hamme wurde schon früher besprochen (S. 130 u. 152) und aus ihrem turfophilen Charakter erklärt.

Auch das Überwiegen der Eisenbakterien in den stärker humosen Flüssen wurde schon diskutiert (S. 130 u. 138). Es tritt in den Artenzahlen nicht so sehr zutage, um so mehr aber in den Individuenzahlen. Durch ihre Empfindlichkeit gegen Verschmutzung können die Eisenbakterien zur Unterscheidung von verschmutzten oder nur humosen Fließgewässern verwendet werden, die in ihren Sauerstoffverhältnissen und in anderen chemischen Daten untereinander oft ähnlich sind. Vor allem die häufigste von ihnen, *Leptothrix discophora,* ist im hiesigen Gebiet ein vorzüglicher Indikator dafür.

Daß die Chrysomonadinen ihre größte Formenzahl in der Wümme—Lesum haben — 22 Arten gegenüber 16 in der Weser —, ist aus dem wenig eutrophen Zustande und der geringeren Verunreinigung der Wümme in ihrem Mittellauf zu erklären. Es bestätigt damit auch den im allgemeinen oligosaproben Charakter dieser Gruppe. Wenn die Unterschiede in den Artenzahlen hier nicht größer sind, so liegt das daran, daß die Chrysomonadinen als reine Plankter doch mehr bis in die Weser verschlagen werden als etwa die Eugleninen.

Das Überwiegen der Cryptomonadinen in der Hunte und im Hamme—Wümme—Lesum-System verrät sicher einen turfophilen Charakter dieser Gruppe. Auch in den Seen um Bremen hat sie ihre Hauptentwicklung in den stärker humosen Seen, wo ihre Vertreter als Massenformen auftreten können. Daneben scheint mir bei ihnen eine Empfindlichkeit gegen Industrieverschmutzung vorzuliegen, jedenfalls nehmen ihre Arten- und Individuenzahlen beim Eintreten der Verschmutzung in den Flüssen überall ab.

Die für Fließgewässer hohe Zahl von 30 Desmidiaceenarten in Hamme und Hunte ist natürlich auf den stark humosen Charakter dieser beiden Flüsse zurückzuführen. Bei den meisten Arten sind die Individuenzahlen aber recht gering.

Insgesamt 47 Arten wurden in jedem einzelnen der untersuchten Flüsse gefunden. Neben den schon früher besprochenen Massenformen *Phormidium autumnale, Blidingia minima* und *Rhizoclonium hieroglyphicum* sind zahlreiche nur sehr vereinzelt gefundene Arten darunter, so daß hier auf eine Aufzählung verzichtet wird.

Wenn man die untersuchten Flüsse nach den betrachteten Gesichtspunkten ordnen will, so müßte der Unterlauf der Hunte der am stärksten eutrophe Flußteil sein, dann käme die Geeste und darauf die Weser und die Lesum mit ihren Ursprungsflüssen, wobei die Wümme der ursprüng-

lich am wenigsten eutrophe von allen untersuchten Flüssen ist. Auch die Hamme ist nur schwach eutroph. Der Unterlauf der Wümme und die Lesum sind durch Verschmutzung schon wesentlich stärker eutrophiert.

Am stärksten humos ist die Hamme. Dann folgt die Hunte. Die übrigen Flüsse, vor allem die Weser, treten in ihrer Humosität demgegenüber zurück, wobei die Beurteilung der Geeste unsicher ist.

Die Verschmutzung ist am stärksten im Unterlauf der Geeste, nicht viel schwächer in dem der Hunte. Die geringste Verschmutzung hat der Mittellauf der Wümme und nach der Berechnung vor allem der der Geeste, wobei die letztere Beurteilung wieder etwas unsicher ist.

Halophyten

Ein Vergleich mit den Ergebnissen von Hustedt zeigt, daß bei den von uns untersuchten Algengruppen die Halophyten der Artenzahl nach eine weit geringere Rolle spielen als bei den Kieselalgen. Während Hustedt in allen untersuchten Flüssen einen sehr hohen Prozentsatz von Halophyten fand, sind bei uns nur relativ wenige solcher Formen vertreten. Zwar ist vor allem unter den gefundenen Blaualgen eine Reihe von Arten, die auch im Brackwasser, etwa dem der Ostsee, oder sonst in stärker salzhaltigem Wasser gefunden sind, aber das sind die gleichen Arten, die auch in den Seen unseres Gebietes regelmäßig und zum großen Teil als Massenformen vorkommen. Sie sind nicht halobiont, wahrscheinlich nicht einmal halophil, sondern nur in besonders hohem Maße euryhalin.

Wenn man den Ausdruck Halophyten auf die Formen beschränkt, die einen höheren Salzgehalt verlangen, als ein normales Süßwasser hat, also etwa auf die Halobionten von den β-Mesohalobien Hustedts an (mit 0,2 ‰ Salzgehalt als Minimum), so sind nur sehr wenige Halophyten von mir gefunden. Eine Zusammenstellung ergibt 23 Arten, das sind 4,3 % aller gefundenen Formen. Zwölf dieser Arten werden als rein marin angesehen, und zwar vier Arten, die nur an Schwimmkörpern in der Weser- und der Geestemündung gefunden wurden, hier aber zu den typischen Besiedlern gehören *(Ectocarpus siliculosus, Cladophora sericea, C. rupestris, Ulothrix flacca)*, eine in den Flüssen weiter verbreitete, aber nirgends häufige Art *(Ulothrix pseudoflacca)* und im übrigen einige ganz vereinzelt gefundene Arten mariner Plankter im Tiefenwasser der Wesermündung sowie einige ebenso seltene Blaualgen am Strande dort. Die restlichen elf Arten sind zum größeren Teil mehr Brackwasserbewohner, deren Wohnraum allerdings seewärts über den der Hustedtschen β-Mesohalobien oft wesentlich hinausgeht. Zu ihnen gehören vor allem die Massenformen der Blidingien, Enteromorphen, Vaucherien und von *Euglena obtusa,* die fast überall den makroskopischen Aspekt des Ufers beherrschen. Durch sie kommt es, daß die litoralen Halophyten in der Massenproduktion wohl ebenso herrschend sind wie bei den Kieselalgen.

Rechnet man noch diejenigen im normalen Süßwasser vorkommenden Formen zu den Halophyten, von denen man auf Grund ihrer Verbreitung im nordwestdeutschen Raum und im Brackwasser annehmen könnte, daß sie vielleicht durch eine gewisse Vermehrung des Salzgehaltes in ihrem Gedeihen gefördert würden (halophile Oligohalobien im Sinne von Hustedt), so kommt etwa ein Dutzend Formen hinzu. Es sind vor allem Arten, die in den eutrophen Seen Nordwestdeutschlands als Plankter häufig bis massenweise vorkommen, aber auch im Ostseeplankton und zum Teil dort in ähnlicher Häufigkeit auftreten (*Microcystis aeruginosa, Aphanizomenon flos-aquae, Dictyosphaerium pulchellum,* mehrere Pediastren, Scenedesmen und Eugleninen, vergl. z. B. Fraude 1906). Auch der jetzt erhaltene Prozentsatz von 6,4 % Halophyten ist noch wesentlich geringer als die entsprechenden Zahlen bei den Kieselalgen (vgl. Hustedt 1957, S. 428f, sowie 1959, S. 105, S. 123, S. 130, S. 140, wo stets Zahlen zwischen 11,3 und 42 % Halophyten auftreten).

Besonders kraß ist der Unterschied im Plankton des Unterlaufes aller untersuchten Flüsse, das meist beherrscht wird von den β-mesohaloben Formen der Kieselagen, die also in reinem Süßwasser nicht auftreten, auch im Mittellauf unserer Flüsse nicht oder kaum vorkommen, aber auch in stärker konzentriertem Salzwasser weniger häufig sind (Hustedt 1957, S. 198), während das zahlenmäßig zurücktretende Plankton der übrigen Gruppen hier keine eigenen Formen ausgebildet hat, sondern nur aus den vom Oberwasser der Weser und ihrer Zuflüsse herangeführten Süßwasserarten besteht (vergl. S. 85). Aber auch bei den Litoralalgen müssen — vor allem in den dem Tidenhub weniger ausgesetzten Zuflüssen (vergl. S. 142 u. 152) — starke Unterschiede in der gleichen Richtung vorhanden sein, selbst wenn man unterstellt, daß die ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten bei den übrigen Algengruppen noch weniger geklärt sind als bei den Kieselalgen und daß etwa Hustedt und ich den Begriff der Halophyten verschieden weit gefaßt haben sollten.

Zum Gesetz des Minimums

Noch eine auffällige Erscheinung bei unseren Untersuchungen bedarf der Besprechung: Die Tatsache, daß die litoralen Meeresalgen, wo sie in unserem Untersuchungsgebiet auftraten, stets an schwimmende Anleger gebunden waren oder an andere Stellen, an denen sie nicht dem Tidenhub ausgesetzt waren. Das ist sehr überraschend, da die hier gefundenen Formen am offenen Meeresstrand in der Tidenhubzone vorkommen und dort auch das Trockenliegen ertragen müssen. Wir können die Tatsache erklären, wenn wir annehmen, daß die Minimumsgrenze der für die Algen lebenswichtigen Faktoren ebenso beweglich ist wie nach den Untersuchungen von Rodhe (Rodhe 1948, S. 143) das Optimum. Wir müssen dann sagen: Wenn ein Teil der wirkenden Faktoren für eine Art sich im Optimum oder in der Nähe des Optimums befindet, so ist für die übrigen

Faktoren das Minimum niedriger, als wenn die erstgenannten Faktoren weiter vom Optimum entfernt sind. Auf unser Beispiel angewendet: Wenn die von uns gefundenen Meeresalgen in der für sie optimalen Konzentration des Seewassers leben, so gehen sie durch das Trockenliegen nicht so leicht zugrunde und leiden auch sonst nicht so sehr unter dem Tidenhub, wie wenn sie in einem Brackwasser leben müssen, dessen Konzentration für sie weiter ab vom Optimum und vielleicht schon in der Nähe des Minimums liegt.

Die entsprechenden Beobachtungen sind vor allem gemacht an *Ectocarpus siliculosus, Cladophora sericea, Cl. rupestris* und *Ulothrix flacca,* die nur in der Mündung der Weser und der Geeste und dort nur an schwimmenden Anlegern gefunden wurden. Weiter kamen eine Kümmerform der Meeresalge *Monostroma Grevillei* und eine sterile *Ectocarpus*-Art nur im Neuen Fischereihafen bei Bremerhaven vor, der bei 7 ‰ Salzgehalt keinen Tidenhub hat. Die marine Alge *Ulothrix pseudoflacca,* die im Litoral des Meeres überall in der oberen Tidenhubzone wächst, begleitet die von uns untersuchten Flüsse so weit, wie der *Blidingia*gürtel reicht, aber sie kommt hier nur in einzelnen Fäden im Schutze der größeren *Blidingia* oder in Watten an schwimmenden Anlegern vor (vergl. S. 96).

Das Entsprechende gilt für Arten, die an andere Salzkonzentrationen als die des Meerwassers angepaßt sind: *Enteromorpha intestinalis* findet sich im normalen Süßwasser wie im „Wesersüßwasser" nur an solchen Stellen, an denen sie dauernd mit Wasser bedeckt ist. Im stärker salzhaltigen Wasser bei Nordenham und vor allem bei Blexen kommt sie als Massenform in der gesamten Tidenhubzone vor. Offenbar ist für sie der Salzgehalt beim Beginn der „Sprungzone" der Unterweser, der für die oben genannten Meeresalgen schon in der Nähe des Minimums liegt, dichter beim Optimum und gestattet ihr daher eine größere Toleranz gegenüber dem Trockenliegen als diesen, aber auch eine größere, als sie selbst wenige Kilometer flußaufwärts bei Dedesdorf im „Wesersüßwasser" hat, wo sie noch auf Dauerpfützen beschränkt ist.

Blidingia minima stellt wohl ähnliche Ansprüche an den Salzgehalt wie *Enteromorpha intestinalis,* verlangt daneben aber einen größeren Sauerstoffgehalt des Mediums. Jedenfalls hat sie im Flußgebiet oberhalb von Nordenham ihre Hauptentwicklung im oberen Teil der Tidenhubzone. Flußaufwärts vom Weserwehr in Bremen findet man sie sogar nur genau in Wasserspiegelhöhe. Wenn Enteromorpha-Arten zusammen mit ihr auftreten, so findet man zunächst im „Wesersüßwasser" *Enteromorpha compressa* stets unterhalb *Blidingia* wachsen, so bei Dedesdorf und noch in Bremerhaven beim Institut für Meeresforschung. Bei Blexen aber, gegenüber Bremerhaven, wo die Weser einen höheren Salzgehalt hat als auf der rechten Flußseite (vergl. S. 95), geht auch *Blidingia* bis an die untere Grenze der Tidenhubzone. Hier bilden in einer für sie günstigen Konzentration des Brackwassers *Blidingia,* mehrere *Enteromorpha*-Arten und

Rhizoclonium im gesamten Bereich des Tidenhubs in regelloser Verteilung einen dichten Bewuchs, während ihre Wohnplätze weiter oberhalb streng geschieden sind. Dort, im Gebiet weniger optimalen Salzgehaltes, gehen die spezifisch verschiedenen Ansprüche der einzelnen Arten in entsprechend verschiedener Weise ins Minimum und werden damit zu Auslesefaktoren, die jetzt die Wohnplätze trennen.

Ähnlich läßt sich die Verbreitung von *Oscillatoria amphibia* verstehen, die an verschmutzten Stellen in der Tidenhubzone der Wümme und der Hunte häufig ist, im stärker salzhaltigen Wasser bei Nordenham aber nur an schwimmenden Anlegern gefunden wurde. Sie hat im Süßwasser ihr Optimum und vermag daher im Brackwasser das Trockenliegen nicht zu ertragen.

Auch die von Remane (1958, S. 51) beschriebene Brackwassersubemergens, die Tatsache, daß Meeresformen, die im Meerwasser im Litoral leben, im Brackwasser oft mehr in die Tiefe gehen, möchte mindestens zum Teil die gleichen Gründe haben. Ein Sonderfall dieser Gesetzmäßigkeit ist es auch, wenn Remane (l. c. S. 59) ausführt, daß die grenzsetzende Wirkung des Salzgehaltes durch andere Milieufaktoren, besonders durch die Temperatur, in fördernder oder hemmender Weise beeinflußt wird.

Nach diesen Erfahrungen müssen wir damit rechnen, daß die Einschränkungen für das Vorkommen der einzelnen Formen, die wir hier angeben mußten, nicht mehr in der genannten Weise zutreffen, wenn diese Formen an anderen Orten vorkommen, die ihnen in anderen Faktoren als den bei uns grenzsetzenden günstigere oder weniger günstige Lebensbedingungen bieten.

IV. Systematischer und autökologischer Teil

Bacteriophyta

1. *Ochrobium tectum* Perfiliev. — Skuja 1956, S. 16 u. Taf. 1, Fig. 22—25.

Beweglich und unbeweglich. Zellen und Zellverbände entsprechen gut den Abbildungen und der Beschreibung Skujas. Die Größe der Einzelzellen ist meist gegen 2 μ, also an der oberen Grenze der Maße Skujas, während die Zellen nach Dorff (1934, S. 18) bis 5 μ messen können. — In der Hamme bei einem Besuch in fünf Proben vereinzelt bis häufig, in der Hunte vereinzelt.

2. *Gallionella ferruginea* Ehr. — Dorff 1934, S. 23 u. Fig. 14.

Hunte: Leere Stiele in einer Probe unterhalb Oldenburgs.

3. *Leptothrix discophora* (Schwers) Dorff. — Dorff 1934, S. 31 u. Fig. 24.

Die Form entspricht in allen Einzelheiten der Beschreibung bei Dorff. — Schon Dorff gibt an, daß sie in Gebieten mit Humuswässern weit verbreitet und häufig ist, falls genügend organische Nährstoffe zur Verfügung stehen. In unserm Gebiet ist sie der wichtigste Indikator solcher Gewässer. Sie ist aber — wie vielleicht alle gefundenen Eisenbakterien — gegen Industrieverschmutzung empfindlich (vergl. S. 174). — In der Hamme bei jedem Besuch im Plankton wie im Litoral häufig bis sehr häufig, in der Wümme und der Hunte etwas weniger zahlreich, im verschmutzten Unterlauf dieser Flüsse stark abnehmend, in den übrigen Flüssen nur vereinzelt, in der Weser wohl meist von den Zuflüssen aus verschleppt.

4. *L. ochracea* Kütz. — Dorff 1934, S. 32 u. Figur 25.

Die meist nur gefundenen leeren Scheiden sind durchaus typisch und nicht mit denen der vorhergehenden Art zu verwechseln, sondern stets dünner als jene und außen glatt. — Die Art bevorzugt wohl mehr kleinere Gewässer und ist in unsern Flüssen meist nur verschleppt. — Mäßig zahlreich in der Hunte und ihren Zuflüssen (im Neuen Kanal aber einmal als Massenform mit zahlreichen lebenden Trichomen), spärlich in Hamme, Wümme und Geeste, selten und sicher nur verschleppt in der Weser.

5. *Crenothrix fusca* (Schorler) Dorff. — Dorff 1934, S. 41 u. Fig. 33.

Stets große und kräftig verzweigte Pflanzen, die Zellen sind in den älteren Teilen recht einheitlich gegen 2,7 μ dick, also etwas dicker als bei Dorff angegeben. Ihre Länge ist, entsprechend den Angaben Dorffs, sehr verschieden. Ganz junge Pflanzen tragen eine dünne, farblose, aber auch ohne Präparation stets zu erkennende Scheide, die eine glatte Außenwand hat. Die Scheide wird aber bald gelblich und schließlich gelbbraun. Sie kann an alten Pflanzenteilen umgeben werden von einer undurchsichtigen Hülle körnigen und unregelmäßig aufgelagerten Eisenhydroxyds. Diese Teile ähneln dann *Leptothrix discophora,* mit der das Bakterium im übrigen aber schon wegen der größeren Zellen und der viel kräftigeren Verzweigung nicht verwechselt werden kann. — Meist im Plankton gefunden. In Hamme und Wümme spärlich bis mäßig häufig, in der Hunte, Geeste und Weser ganz vereinzelt, aber in der Weser auch oberhalb der Mündungen der genannten Zuflüsse.

6. *Cr. polyspora* Cohn. — Dorff 1934, S. 40 u. Fig. 32.

Fäden unverzweigt, nur an der Basis vererzt, im übrigen Teile farblos, nach der Spitze zu keulenförmig verdickt und mit zahlreichen an der Spitze austretenden Mikrokonidien. Zellen 2,7 μ dick, Mikrokonidien etwa 2 μ. — Einige Fäden in Hamme und Wümme.

7. *Zoogloea ramigera* Itzigsohn. — Huber-Pestalozzi 1938, S. 281 u. Fig. 224A.

In fast allen Flüssen gefunden, überall aber nur sehr vereinzelt.

8. *Cladothrix dichotoma* Cohn. — L. c. 1938, S. 280 u. Fig. 223.

Obwohl dieser Organismus jetzt allgemein als Entwicklungszustand der folgenden Art anerkannt wird, halte ich es für zweckmäßig, ihn bei ökologischen Untersuchungen weiterhin getrennt aufzuführen. Er ist kennzeichnend für β-mesosaprobe Gewässer — im Sinne von Kolkwitz, nicht von Liebmann — während der eigentliche Sphaerotiluszustand einer der wichtigsten Indikatoren für polysaprobe bis α-mesosaprobe Gewässer ist. *Cladothrix* ist von *Sphaerotilus* durch die geringere Fadendicke und die typischen herablaufenden Äste gut zu unterscheiden. Es fanden sich aber manchmal dünnfädige und dabei kaum oder gar nicht verzweigte Formen, deren Zugehörigkeit zu *Cladothrix* zweifelhaft war. (Die Annahme, daß auch *Leptothrix ochracea* in den Entwicklungsgang dieser Art gehört, ist nach neueren Untersuchungen nicht zutreffend. Vergl. Skuja 1956, S. 42.) — In Hamme und Wümme sehr vereinzelt, in Lesum, Hunte und Geeste spärlich gefunden. In der Weser im Hauptverschmutzungsgebiet zwischen dem Stadtkern von Bremen und der Lesummündung häufig, sowohl im Plankton als auch im Litoral in der Tidenhubzone und an schwimmenden Anlegern, in den übrigen Teilen der Unterweser spärlich.

9. *Sphaerotilus natans* Kütz. — L. c. 1938, S. 280 u. Fig. 224.

Vergleiche die vorige Art. — Diese in der Kleinen Wümme wesentlich häufigere Art ist in dem hier untersuchten Flußgebiet ausgesprochen selten, sie ist nur in einer Probe von einer lokal stärker verschmutzten Stelle aus der Lesum und in einer Planktonprobe aus der Weser im Dezember 1955 einige Male gefunden.

10. *Lamprocystis roseo-persicina* (Kütz.) Schröter. — L. c. 1938, S. 296 u. Fig. 243.

Einmal in der Unterweser, wohl nur verschleppt aus Wiesengewässern in der Nähe des Flusses, in denen die Art sowohl in süßem wie in brackigem Wasser häufig und meist mit der folgenden Art vergesellschaftet vorkommt.

11. *Thiopedia rosea* Winogr. — L. c. 1938, S. 297 u. Fig. 244.

Einmal und wohl nur verschleppt im Plankton der Geeste. Vergleiche die vorhergehende Art.

12. *Achromatium oxaliferum* Schewiakoff. — L. c. 1938, S. 288 u. Fig. 233.

Diese in Wiesengewässern der Umgebung häufige Art wurde in der Unterweser und ihren meisten Zuflüssen gar nicht, in der Geeste einmal und nur in der Hamme etwa ein dutzendmal gefunden.

13. *Beggiatoa alba* (Vaucher) Trevisan. — L. c. 1938, S. 285 u. Fig. 225.

In der Wümme, Hunte und Unterweser je einige Exemplare. Auch diese Art ist in verschmutzten Wiesengewässern des Gebietes häufiger.

14. *B. leptomitiformis* (Menegh.) Trevisan. — L. c. 1938, S. 285.

In den untersuchten Flüssen die häufigste Art der Schwefelbakterien, aber auch sie ist nur in einzelnen Proben häufig. In der Hamme mäßig häufig, in Wümme und Geeste nur in je einer Probe eine Anzahl von Fäden, in der Hunte und ihren Zuflüssen an einigen Stellen etwas häufiger, in der Weser überall vereinzelt oder in kleineren Gruppen, im ganzen aber doch nur spärlich vorkommend.

15. *B. minima* Winogr. — L. c. 1938, S. 286 u. Fig. 227.

Vorkommen noch spärlicher als bei der vorhergehenden Art. In der Wümme und den Armen der Hunte ganz vereinzelt, in der Lesum in einer Probe von einer lokal verschmutzten Stelle, in der Unterweser in wenigen Proben in geringer Häufigkeit.

16. *Thiothrix annulata* Molisch. Bavendamm 1924, S. 106 u. Taf. 1, Fig. 4.

In typischer Form (Fadendicke an der Basis und an der Spitze um 2 μ, in der

Mitte bis 4 μ) ziemlich häufig in einer Probe von einem schwimmenden Anleger in der Geestemündung in schon stark brackigem Wasser, Juni 1957.

17. *Th. nivea* (Rabenh.) Winogr. — L. c. 1924, S. 107 u. Taf. 1, Fig. 5.

Typisch. Die Dicke der Fäden nimmt meist von der Basis bis zur Spitze ziemlich gleichmäßig von 2,5 bis auf 1 μ ab. — Wie die vorige Art nesterweise auftretend. Häufig in mehreren Proben aus der Geestemündung im September 1957. In der Weser in mehreren Proben oberhalb Bremens und zwischen Bremen und der Lesummündung in verschiedener Häufigkeit.

18. *Th. tenuis* Winogr. — L. c. 1924, S. 107 u. Taf. 1, Fig. 6.

In typischer Ausbildung nicht selten in einer Probe aus der Lesum.

Cyanophyta

Der Bearbeitung der Blaualgen wurde das System von Lemmermann und Geitler zugrunde gelegt, da die Versuche von Drouet und Daily (1956) die Verhältnisse doch zu sehr vereinfachen. Die Arbeit von Komarek (1958) konnte nicht mehr verwendet werden, da sie mir zu spät zugänglich wurde.

1. *Microcystis aeruginosa* Kütz. em. W. L. Teiling. — Teiling 1941, S. 337 ff u. Fig. 1—7.

Ganz vereinzelt im Plankton der Hunte und der Unterweser.

2. *M. flos-aquae* (Wittr.) Kirchn. em. W. L. Teiling. — L. c. S. 337 ff u. Fig. 12.

Ziemlich vereinzelt im Plankton der Wümme, Lesum, Geeste und Unterweser. Mäßig häufig im Plankton der Huntearme oberhalb Oldenburgs, wohl aus dem Dümmer stammend.

3. *M. holsatica* Lemm. — Geitler 1932, S. 143.

Zellen meist um 1 μ dick, auch etwas kleiner, Lager häufig zerrissen, manchmal die verschiedenen Teile durch mehr oder weniger lange und dünne Gallertstränge noch zusammengehalten. — Häufig im Plankton der Hunte und ihrer Zuflüsse, vereinzelt in der Wümme, der Lesum, der Geeste und der Unterweser.

4. *M. incerta* Lemm. — Lemmermann 1910, S. 76.

Zellen 1—1,7 μ dick, Gallerte ohne Färbung nicht sichtbar oder doch nicht scharf umrandet, sondern außen zerfließend. (Zur Art vergleiche Behre 1956, S. 306.) — Im Plankton der Hunte, Geeste und Weser ziemlich vereinzelt.

5. *M. pulverea* (Wood) Forti. — Geitler 1932, S. 143.

Zellen 2—3 (—3,5) μ dick, Gallerthülle meist deutlich, aber außen manchmal zerfließend. — Im Plankton der Hamme, Lesum und Geeste ganz vereinzelt, in allen Armen der Hunte regelmäßig, aber meist vereinzelt und im ganzen doch nur mäßig häufig, im Plankton der Unterweser ziemlich spärlich.

6. *M. stagnalis* Lemm. — Geitler 1932, S. 143.

Zellen gegen 2 μ groß, Kolonien sehr lang gestreckt, meist aus nur 1—2 Zellreihen bestehend, manchmal netzförmig zerrissen, Gallerte meist ohne Färbung nicht sichtbar. Ein gutes Bild der Form findet sich bei Florin (1957, S. 125, Fig. 4). — Spärlich im Plankton der Unterweser, einige Male in der Lesum.

— — v. *pulchra* Lemm. — Geitler 1932, S. 143 u. Fig. 63a.

Zellen 2,5—3 μ groß, Lager wie beim Arttypus, also noch länger gestreckt als in der Zeichnung Lemmermanns bei Geitler. — Spärlich im Plankton der Unterweser, einige Male auch im Küstenkanal, in der Hunte und in der Lesum in einer Form, die einen Übergang bildet zwischen der eben beschriebenen und der bei Geitler abgebildeten.

7. *M. viridis* (A. Br.) Lemm. em. W. L., Teiling. — Teiling 1941, S. 337 ff u. Fig. 8—10.

Im Plankton des Küstenkanals, der Geeste und der Unterweser je einige Kolonien.

8. *Aphanocapsa biformis* A. Br. — Geitler 1932, S. 158 u. Fig. 70.

In der Unterweser in drei Proben aus dem Litoral der Tidenhubzone, an einem schwimmenden Anleger und im Plankton in verschiedener Häufigkeit.

9. *A. elachista* W. u. W. — Geitler 1932, S. 156 u. Fig. 69b.

Ziemlich vereinzelt im Neuen Kanal vor dem Einfluß in die Hunte.

— — v. *planctonica* G. M. Smith. — G. M. Smith 1920, S. 42 u. Taf. 3, Fig. 3.

Zellen um 2,7 μ groß, Gallerte ohne Färbung nicht sichtbar. — Vereinzelt im Plankton der Unterweser.

10. *A. Roeseana* De Bary? — Geitler 1932, S. 157.

Zellen 8 μ groß, Lager um 70 μ, mit Gallerte 110 μ, also wesentlich kleiner als bei De Bary. — Einige Male im Plankton der Hunte und der Unterweser.

11. *Aphanothece Castagnei* (Breb.) — Rabenh. — L. c. S. 171.

Zellen 2—2,7×4 μ. — Ganz vereinzelt im Plankton der Hamme, Lesum, Hunte und Geeste.

12. *A. clathrata* W. u. W. — L. c. S. 166 u. Fig. 74a.

Lager netzförmig, mit homogener Gallerthülle. Zellen 0,6×2,5 μ. — Einige Lager im Plankton der Lesum, der Hunte und der Geeste. April 1959 jeweils vereinzelt in einer Reihe von Planktonproben aus allen Teilen der Unterweser.

13. *A. microscopica* Naeg. — L. c. S. 172 u. Fig. 79.

Einige typische Lager im Plankton der Neuen Hunte und der Geeste.

14. *A. nidulans* P. Richt. — L. c. S. 168 u. Fig. 75c.

Zellen blaugrün, 1,1×3—4 μ groß. — Ganz vereinzelt im Plankton der Hunte, Geeste und Unterweser.

15. *Chroococcus limneticus* Lemm. — L. c. S. 234 u. Fig. 113a.

Die Zellen messen ohne Hülle 8—16 μ, sind also zum Teil größer als in der Literatur angegeben, und ihre Maße überschneiden sich mit denen von *Chr. turgidus*. Trotzdem lassen sich die Lager sicher unterscheiden von den zum Teil in den gleichen Proben vorkommenden Gruppen dieser Art. Die Zahl der Zellen im Lager ist wesentlich größer als dort, bis über 20, einmal fast 100 Zellen, ihre Anordnung in tafelförmigen Gruppen ist fast immer deutlich, die Zellen sind matter gefärbt als bei den stets ausgesprochen blaugrünen von Chr. turgidus, und die Gallerte ist weniger deutlich, manchmal gar nicht geschichtet, auch außen oft unscharf begrenzt. — Vereinzelt im Plankton der Hamme, Wümme, Lesum und Geeste, häufiger in dem aller Huntearme, regelmäßig, aber im ganzen doch auch nur spärlich im Weserplankton.

16. *Chr. turgidus* (Kütz.) Naeg. — L. c. S. 228 u. Fig. 109b und 110.

Vergleiche die vorhergehende Art. — Einmal im Plankton der Hamme, einige Male in dem der Unterweser typische Lager.

17. *Gomphosphaeria aponina* Kütz. — L. c. S. 245 u. Fig. 117.

Im Plankton der Unterweser einmal einige typische Kolonien.

18. *G. lacustris* Chodat. — L. c. S. 243 u. Fig. 117d sowie 118a.

Vor allem in absterbenden Kolonien sind die Gallertstiele oft sehr deutlich zu erkennen. Manchmal findet man die Gallertgerüste auch ohne Zellen daran. Die

Alge ist kein reiner Plankter, sondern findet sich überall auch im Litoral. — Die am häufigsten gefundene Chroococcale, aber doch mit sehr unterschiedlichem Vorkommen. Nicht in Hamme und Wümme, in die Lesum wohl nur von der Weser mit der Flut hineingetragen, in der Hunte bei allen Besuchen in zahlreichen Proben ziemlich häufig, in der Geeste mehr spärlich, in der Weser bei den meisten Besuchen, aber in stark wechselnder Häufigkeit.

19. *Coelosphaerium aerugineum* Lemm. — L. c. S. 253.

Die Ausbildung der Gallerthülle und die Größe der Kolonien sind so verschieden und durch Übergänge mit denen der nächsten Art verbunden, daß man die beiden Arten am besten zusammenziehen sollte. — Bei fast allen Besuchen vereinzelt im Plankton der Unterweser, in die untere Hunte wohl mit der Flut eingeschleppt, in den anderen Flüssen nicht gefunden.

20. *C. Kützingianum* Naeg. — L. c. S. 253 u. Fig. 121c und d.

Vergleiche die vorhergehende Art. — Je einige Male im Plankton der Lesum, der Geeste und der verschiedenen Huntearme, bei den meisten Besuchen auch vereinzelt in dem der Unterweser.

21. *C. Naegelianum* Ung. — L. c. S. 249 u. Fig. 121a, b, e.

Durch Größe und Form der Zellen und vor allem durch den Besitz von Gasvakuolen von den vorhergehenden Arten stets sicher zu unterscheiden. — Über die systematische Stellung und die Benennung der Alge vergleiche man Skuja 1956, S. 53. — Ganz vereinzelt im Plankton der Wümme, Geeste, des Osterburger Kanals und der Unterweser.

22. *Merismopedia convoluta* Breb. — L. c. S. 262.

Große, tafelförmige, eingerollte Kolonien. Zellen in der Draufsicht auf die Tafel 4—5 μ breit, größte Länge senkrecht zur Tafelebene 8—9 μ. — Auf regelmäßig überflutetem Schlick in der Tidenhubzone der Wümme, oberhalb der verschmutzenden Zuflüsse im Gebiet reinen Süßwassers in zahlreichen Proben vereinzelt bis häufig. Mehrfach in einer Schlickprobe aus einer Überlaufpfütze der Weser oberhalb Bremens. An beiden Stellen zusammen mit *Spirulina major*. Nicht in stärker salzhaltigem Wasser.

23. *M. elegans* A. Br. — L. c. S. 265 u. Fig. 129e.

Große Kolonien. Zellen kräftig blaugrün, 5—6 μ breit. — Einige Male im Plankton der Hamme und der Geeste.

24. *M. glauca* (Ehrenb.) Naeg. — L. c. S. 264 u. Fig. 129d.

Je einmal in Hamme und Lesum, in der Unterweser häufig in einer einzelnen sandigen Bodenprobe zwischen einem dünnen *Vaucheria*-Rasen in der Tidenhubzone des Harrier Sandes.

25. *M. punctata* Meyen. L. c. S. 263.

Einige Male in der Geeste und in einer Reihe von Proben aus den Armen der Hunte, vereinzelt in mehreren Proben der Unterweser.

26. *M. tenuissima* Lemm. — L. c. S. 263 u. Fig. 129a, b.

Vereinzelt bis spärlich in einigen Proben aus der Weser, meist oberhalb Bremens.

27. *Eucapsis alpina* Clements et Shantz. — L. c. S. 258 u. Fig. 125.

Im Plankton der Hamme nach dem Tauen des Eises einmal eine typische, genau würfelförmige Kolonie aus 64 Zellen. Auch die Umgrenzung der Gallerte ist genau würfelförmig. Zellgröße 7 μ.

— — var. *minor* Skuja. — L. c. S. 258 u. Fig. 126.

Im Plankton der Unterweser im Juli ein typisches Lager aus mehreren hundert Zellen, das genau der Abbildung Skujas entspricht. Würfelförmige Teilkolonien sind zu größeren, regelmäßigen Würfeln zusammengesetzt, die ihrerseits noch größere Aggregate bilden, in denen die großen Würfel, wohl als Anfang einer Vermehrung des Lagers, unregelmäßig zueinander liegen.

28. *Paulinella chromatophora* Lauterborn. — Skuja 1948, S. 383.

Diese Thekamoebe mit obligatorischen Syncyanellen wurde ziemlich vereinzelt in der Hamme, der Wümme, der Hunte und der Geeste gefunden, nicht in der Weser selbst. — Auch andere Syncyanellen vereinzelt in Hamme und Wümme.

29. *Chamaesiphon cylindrus* Boye Petersen. — Geitler 1932, S. 430 u. Fig. 249.

Sporangien 2,2—2,5 μ breit und 8—9 μ lang. — In größerer Zahl in einer Probe aus der Lesum, auf *Rhizoclonium hieroglyphicum* in der Tidenhubzone.

30. *Ch. incrustans* Grunow. — L. c. S. 433 u. Fig. 253.

Sporangien 4—5,5 μ breit und bis 36 μ lang. — In der Weser dicht unterhalb Bremens eine Gruppe auf *Cladophora* auf einem schwimmendem Anleger. In der Wümme war eine Pflanze von *Chantransia chalybea* dicht besetzt mit dieser Alge.

— — var. *angustus* Behre. — Behre 1956, S. 307 u. Taf. 1, Fig. 1a, b.

Sporangien 3—3,5 μ breit und bis 19 μ lang. — Gesellig, aber immer nur stellenweise, stets auf *Cladophora glomerata* oder *Cl. fracta* gefunden. — In der Hamme oberhalb der Schleuse und in der Lesum je in einer Probe, in der Weser oberhalb Bremens in drei Proben, teilweise in größeren Mengen.

Der Arttypus wie die var. *angustus* wurde — im Gegensatz zur vorigen Art — nicht in der Tidenhubzone gefunden. Auch die Probe aus der Lesum stammt von einer Stelle, die bei Niedrigwasser durch Zufluß aus einem Entwässerungsrohr stets von Wasser bedeckt ist.

31. *Calothrix aeruginea* (Kütz.) Thuret. — Geitler 1932, S. 599 u. Fig. 375.

Ein einzelner typischer Faden im Litoral der Unterweser bei Nordenham.

32. *C. parietina* Thuret? — L. c. S. 604 u. Fig. 380.

Eine etwas unsichere Form nicht selten in einer Probe aus der Hunte oberhalb Oldenburgs.

33. *Cylindrospermum stagnale* (Kütz.) Bornet et Flah. — L. c. S. 819 u. Fig. 520c.

In der Hamme nicht selten in einer Probe zwischen *Vaucheria* aus der Tidenhubzone.

34. *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. — L. c. S. 824 u. Fig. 524.

Im Plankton der Geeste im Juni 1957 massenweise und herrschend, später dort vereinzelt.

35. *Nodularia Harveyana* Thuret. — L. c. S. 864 u. Fig. 551.

Ein typischer Faden an einem schwimmenden Anleger bei Nordenham. — Die Art ist häufig im Neuen Fischereihafen bei Bremerhaven, der Brackwasser enthält, aber keinen Tidenhub hat.

36. *Anabaena cylindrica* Lemm. — L. c. S. 883 u. Fig. 565.

Einmal eine Watte in der Hamme, in einer Probe aus der Gezeitenzone der Hunte ziemlich häufig einzelne Fäden zwischen *Vaucheria*, in der Unterweser einige Fäden an einem schwimmenden Anleger bei Nordenham.

37. *A. flos-aquae* (Lyngb.) Breb. — L. c. S. 890 u. Fig. 571a, b.

Juni 1957 im Plankton der Geeste sehr häufig, im folgenden Jahre dort mehr zurücktretend.

38. *A. inaequalis* (Kütz.) Born. et Flah. — L. c. S. 896 u. Fig. 578.

Ziemlich selten in einer Watte zwischen anderen Blaualgen in einer Restpfütze der Wümme, die bei Niedrigwasser erhalten bleibt. An der Weser häufiger in Gewässern hinter dem Deich, die nicht vom Tidenhub erfaßt werden, auch im brackigen Wasser des Neuen Fischereihafens.

39. *A. macrospora* var. *crassa* Klebahn. — L. c. S. 883 u. Fig. 564c.

Im Plankton der Geeste mäßig häufig.

— — var. *robusta* Lemm. L. c. S. 883.

Zusammen mit der vorigen Varietät und in gleicher Häufigkeit.

40. *A. spiroides* Klebahn. — L. c. S. 881.

Im Plankton der Geeste bei mehreren Besuchen ziemlich häufig, in dem der Unterweser in mehreren Proben vereinzelt bis mäßig häufig.

— — var. *crassa* Lemm. — L. c. S. 882 u. Fig. 563.

Im Plankton der Geeste im Juni 1957 häufig, im folgenden Jahre nur vereinzelt. Mai 1957 einige Fäden im Lesumplankton.

41. *A. variabilis* Kütz. — L. c. S. 876 u. Fig. 558.

In einem Wasserbecken in einem schwimmenden Anleger der Weser bei Brake ziemlich häufig. In der freien Weser nur einige unsichere Fäden ohne Dauerzellen.

A. subcylindrica Borge wurde auf dem Harrier Sand sowie in Gewässern in der Nähe der Weser häufiger, im untersuchten Fluß selbst nicht gefunden. — Anderseits fanden sich vereinzelt in den untersuchten Flüssen unbestimmbare Fäden von *Anabaena* sowie Jugendstadien von *Nostoc* spp.

42. *Spirulina major* Kütz. — L. c. S. 930 u. Fig. 595.

In typischer Ausbildung. — An besonders feuchten Stellen regelmäßig überfluteten Schlickes in der Tidenhubzone der Wümme in reinem Süßwasser sowie in einer Überlaufpfütze der Weser dicht oberhalb Bremens. An beiden Stellen zusammen mit *Merismopedia convoluta*. In stärker salzigem Wasser nicht gefunden.

43. *Oscillatoria amphibia* Ag. — L. c. S. 966.

Zellen 1,8—2,5 μ breit, 3—7 μ lang, meist blaß blaugrün, an den Querwänden nicht eingeschnürt, hier oft, aber nicht immer, mit zwei Körnchen. Endzellen abgerundet, nicht verjüngt, aber manchmal abgebogen, ohne Kalyptra. — In der Hamme nur einige einzelne Trichome, in der Wümme in den Buchten des stark verschmutzten Unterlaufes in der Tidenhubzone auf Schlick und auf fester Unterlage in zahlreichen Proben zwischen anderen Algen mehr oder weniger häufig. In der Hunte an der am stärksten verschmutzten Stelle, in Oldenburg, in der Tidenhubzone in mehreren Proben häufig, in der Weser in einer Überlaufpfütze oberhalb Bremens häufig, unterhalb Bremens nur in einer Probe von einem schwimmenden Anleger bei Nordenham, hier aber häufig. Aus dem Vorkommen läßt sich die ökologische Valenz der Art abschätzen: Sie ist saprophil, jedenfalls gegen Verschmutzung unempfindlich, sie kann im Gebiet des Süßwassers das Ablaufen des Wassers ertragen, ist im Brackwasser aber nur am schwimmenden Anleger gefunden.

44. *O. anguina* (Bory) Gomont. — L. c. S. 948 u. Fig. 599b.

In typischer Ausbildung. — In der Tidenhubzone der Wümme im Süßwasser stellenweise nicht selten.

45. *O. animalis* Ag. — L. c. S. 978 u. Fig. 603b.

Zellen 3—4 μ breit, 2—3 μ lang. Trichome gerade, an beiden Enden auf eine längere Strecke verjüngt und stark zugespitzt. — Stets vereinzelt zwischen ande-

ren Algen. Einige Male in der Tidenhubzone der Weser bei Nordenham. Auch im Neuen Fischereihafen bei Bremerhaven in stärker brackigem Wasser.

46. *O. Annae* van Goor. — L. c. S. 943.

Zellen 8 μ breit und 2—2,5 μ lang, an den Querwänden deutlich eingeschnürt. Trichome gerade, dunkel blaugrün, an den Enden über mehrere Zellen hinweg schwach abgekrümmt. Endzellen abgerundet und ohne Membranverdickung. — Ziemlich häufig in einem treibenden Fladen des Osternburger Kanals.

47. *O. Borneti* Zukal. — L. c. S. 956 u. Fig. 585, 609.

Einige typische Fäden in den Armen der Hunte oberhalb Oldenburgs.

48. *O. brevis* (Kütz.) Gomont. — L. c. S. 977 u. Fig. 619a.

In zwei Proben aus der Weser oberhalb Bremens und in Bremen je eine Anzahl zum Teil in ihrer Artzugehörigkeit etwas unsichere Trichome.

49. *O. chalybea* Mertens. — L. c. S. 976 u. Fig. 608b.

Zellen 7—12 μ breit, 2,5—5 μ lang, an den Querwänden schwach eingeschnürt, Endzelle abgebogen. Vereinzelt sind die abgebogenen Enden schwach verjüngt, so daß die Trichome dann an *O. formosa* erinnern, die aber dünner ist und relativ längere Zellen hat. Die dünneren Formen der Art sind nicht immer gegen *O. tenuis* sicher abzugrenzen, vor allem, wenn bei dieser die Membranen der Endzelle nicht verdickt sind. — In einer größeren Zahl von Proben aus der Unterweser und aus sämtlichen Zuflüssen, aber nirgends häufig und niemals eigene Watten bildend, sondern stets in einzelnen Trichomen zwischen anderen Algen oder (vereinzelt) frei im Plankton treibend.

50. *O. chlorina* Kütz. — L. c. S. 951 u. Fig. 611c.

In typischer Ausbildung sehr vereinzelt in der Neuen Hunte. In der Weser eine unsichere Form (Zellen 5,3—6 μ dick, 3—5 μ lang. Endzelle farblos und vakuolisiert) in verschiedener Häufigkeit in mehreren Proben von Duckdalben bei Dedesdorf und Nordenham.

51. *O. Cortiana* Menegh. — L. c. S. 971 u. Fig. 619c.

Zellen 5,3—6 μ breit, etwas kürzer oder meist etwas länger als breit, an den Querwänden eingeschnürt, nicht granuliert, blaugrün. Trichome gerade, an den Enden allmählich verjüngt. Endzelle verlängert, abgebogen, stumpf kegelig. — In der Hamme dicht oberhalb der Ritterhuder Schleuse eine makroskopische Watte und vereinzelte Trichome in anderen Proben dort, in reinem Süßwasser.

52. *O. curviceps* Ag. — L. c. S. 947 u. Fig. 598e.

Zellen meist sehr gleichmäßig 14—18 μ breit und 2,7—5 μ lang. Trichomenden nicht oder kaum verjüngt, oft in sehr kennzeichnender Weise abgebogen: In der Draufsicht auf das Trichom zeigt das Ende eine Krümmung und unmittelbar darauf eine Rückkrümmung, so daß das letzte Stück des Trichoms parallel zum Hauptteil, aber seitlich dazu verschoben verläuft. — Gehört im System Wümme—Lesum zu den häufigsten Arten der Gattung, bildet hier in reinem Süßwasser der Wümme vor allem in den Restpfützen des Niedrigwassers und auf den feuchteren Teilen des Schlickes der Tidenhubzone zusammen mit anderen Arten der Gattung überall größere Watten, meidet aber die bei Niedrigwasser stärker austrocknenden Teile, findet sich im Unterlauf der Hamme sehr vereinzelt und wohl nur von der Lesum aus eingeschleppt, wieder reichlicher in allen Armen der Hunte, soweit diese nicht dem Tidenhub ausgesetzt sind, im Mittellauf der Geeste in reinen, oft frei treibenden Watten. In der Weser im Plankton und im Litoral spärlich und fast nur in der Nähe der Lesummündung, wohl meist von hier aus eingeschleppt. In Sielen und anderen verschmutzten Gräben bildet die Alge oft größere Watten, die bei kräftiger Assimilation emporsteigen und dann als größere Fladen auf diesen Ge-

wässern treiben, dabei auch in die Zuflüsse der Weser und in vereinzelten treibenden Fäden in diese selbst gelangen. Die Alge meidet stärker salzhaltiges Wasser, ist aber gegen Verschmutzung unempfindlich. In den Saprobiensystemen ist sie nicht genannt, aber auch in der Mölleaa findet sie sich nur im α-mesosaproben Gebiet (Fjerdingstad 1950, Fig. 30).

53. *O. formosa* Bory. — L. c. S. 970 u. Fig. 619b.

Meist in sehr typischer Ausbildung. — In Hamme, Hunte und Geeste nur vereinzelt bis spärlich gefunden, in der Wümme—Lesum zusammen mit anderen Oscillatorien die bei der vorigen Art beschriebenen Watten bildend, aber häufiger als diese Art und mit größerer ökologischer Valenz. Sie bildet im nassen Schlick makroskopische Watten in größerer Ausdehnung und findet sich zwischen anderen Algen auch an den bei Niedrigwasser stärker austrocknenden Teilen ziemlich häufig. In der gesamten Unterweser im Litoral in verschiedener Häufigkeit und im Gegensatz zur vorigen Art auch in Restpfützen brackigen Wassers (bis zur Lunemündung) sowie an schwimmenden Anlegern (bis Nordenham) makroskopische Watten bildend. Auch im stärker brackigen Wasser des Neuen Fischereihafens häufig. Die Alge ist schwach saprophil, aber wohl gegen Industrieverschmutzung empfindlich, da sie in der Hunte in Oldenburg nur wenig und in der Geeste in Bremerhaven gar nicht gefunden wurde. Bis zu einem Salzgehalt von mindestens 7 ‰ ist sie euryhalin.

54. *O. irrigua* Kütz. — L. c. S. 961.

Die Trichome sind blaßgrau gefärbt, im übrigen typisch, die Granulierung an den Querwänden kann vorhanden sein oder fehlen. — Vereinzelt bis ziemlich häufig in einigen Proben im Mittellauf der Geeste.

55. *O. Kützingiana* Naeg. — L. c. S. 975.

Zellen 1,8—2 μ breit, 2,7—3 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Die Zellen sind kürzer als bei der in den Flüssen auch gefundenen *O. Lemmermannii*, die Enden der Trichome sind auch schwächer verjüngt und schwächer abgebogen als bei dieser Art. — Im Kleinen Weserarm beim Harrier Sand auf einem Pfahl, der nur bei Hochwasser von Wasser bedeckt ist, eine makroskopische Watte.

56. *O. Lemmermannii* Wołosz. — L. c. S. 975 u. Fig. 618i.

Die Trichome sind manchmal spitzer als in der Zeichnung bei Geitler. Dadurch nähert sich die Art der im Gebiet auch vorkommenden *O. acutissima*. — Meist nesterweise mit geraden oder gekrümmten Trichomen in der Gallerte anderer Algen *(Tetraspora, Ulothrix zonata)*. Vereinzelt bis spärlich im Hamme-Wümme-Lesum-System, spärlich in der Hunte. Aus der Unterweser in zwei Proben von schwimmenden Anlegern ziemlich häufig.

57. *O. limosa* Ag. — L. c. S. 944 u. Fig. 598d.

Zellen 13—19 μ breit und 2—4 μ lang, Endzelle mit verdickter Membran. In den Maßen im untersuchten Material sich also weitgehend deckend mit denen von *O. curviceps*. Da auch in der Einschnürung und in der Granulierung an den Querwänden sowie in der Farbe zwischen beiden Arten keine durchgreifenden Unterschiede bestehen, so lassen sich Trichome ohne typisch ausgebildete Enden nicht unterscheiden. Im Gegensatz zu denen von *O. curviceps* wurden die Trichome von *O. limosa* aber manchmal in mehr oder weniger festen Scheiden gefunden. (Gelegentliche Scheidenbildung bei dieser Art wird auch schon bei Geitler, l. c. S. 944, erwähnt). — In der Wümme—Lesum zusammen mit *O. curviceps, O. formosa* und *O. tenuis* auf feuchtem Schlick und in Restpfützen die schon beschriebenen Watten bildend, gegenüber den beiden letzten Arten aber zurücktretend, in den anderen Zuflüssen nicht gefunden. — Das Vorkommen dieser Art deckt sich in den Zuflüssen also weitgehend mit dem von *O. curviceps*. Auch in der Unterweser ist *O. limosa* ähnlich häufig wie diese Art, aber der Bereich des Vorkom-

mens reicht weiter seewärts: Während *O. curviceps* im Litoral nicht mehr unterhalb der Lesummündung gefunden wurde, kam *O. limosa* in den Proben bis Rechtenfleth vor. (Im Plankton fand sich *O. curviceps* bis Brake.) Nach Angabe von Lindstedt kommt *O. limosa* auch marin vor (Lindstedt 1943, S. 108).

58. *O. neglecta* Lemm. — L. c. S. 963.

Trichome gerade, an den Querwänden eingeschnürt, nicht granuliert. Zellen 1,2 μ breit, wenig länger als breit, Endzelle nicht verjüngt, abgerundet bis schwach kegelig. — In der Weser oberhalb Bremens in Wasserspiegelhöhe zahlreiche einzelne Trichome in einer Watte von *Phormidium autumnale.*

59. *O. princeps* Vaucher. — L. c. S. 947 u. Fig. 598a u. 601c—d.

Trichome 32—37 μ dick, Zellen 3—5 μ lang. — In der Wümme im Schlick der Tidenhubzone vereinzelt, aber nicht selten in den Watten anderer Arten der Gattung. Einige Fäden auch an einer ökologisch ähnlichen Stelle in der Mündung des Neuen Kanals in die Hunte.

60. *O. proboscidea* Gom. — L. c. S. 948 u. Fig. 598b.

Zellen 20 μ breit und 2,5—3 μ lang. Obwohl die Trichome reichlich dick sind und ihre Maße in die der am gleichen Ort gefundenen *O. princeps* hineinreichen, ist die Art wegen der sehr typischen Trichomenden gesichert. — In der Wümme an gleicher Stelle und in gleicher Häufigkeit wie die vorige Art.

61. *O. sancta* (Kütz.) Gom.? — L. c. S. 943 u. Fig. 598c.

Zellen 8—9,5 μ breit und 2,6—3 μ lang, an den Querwänden kaum eingeschnürt, kräftig blaugrün. Endzelle schwach abgebogen, kurz verjüngt, breit abgerundet, schwach kopfig und mit schwach verdickter Endmembran. Die Maße sind also für die Art reichlich klein, und die Einschnürung an den Querwänden ist zu gering. — In der Weser dicht unterhalb Bremens in der Tidenhubzone in mehreren Proben in verschiedener Häufigkeit. Eine Probe bestand nur aus dieser Art.

62. *O. splendida* Grev. — L. c. S. 972 u. Fig. 611m—o, 620d—f.

Die sonst im Gebiete häufige Art wurde in den untersuchten Flüssen nur sehr spärlich gefunden. In der Hamme, der Wümme sowie in der Weser dicht unterhalb Bremens je einige Proben mit einzelnen Fäden oder kleineren Nestern der Art. — Da die Art in den weniger eutrophen und noch kaum verschmutzten Seen um Bremen ziemlich häufig ist (vergl. Behre 1956, S. 312), bei unsern jetzigen Untersuchungen in den stärker verschmutzten Gewässern aber recht wenig gefunden wurde, halte ich die Angaben von Kolkwitz und von Liebmann, daß die Alge α-mesosaprob sei, nicht für zutreffend.

63. *O. tenuis* Ag. — L. c. S. 959 u. Fig. 611f, g.

Lager schleimig oder häutig. Trichome gerade oder schwach gebogen, im Lager meist zueinander parallel liegend, an den Querwänden fast immer granuliert und schwach, aber stets deutlich eingeschnürt, 4—7 μ breit, also zu den dünneren Formen der Art gehörend (= var. *tergestina* Rabenh.), Endzelle meist abgebogen, nur selten schwach verjüngt, wobei die Form dann hinüberleitet zu *O. formosa,* die im allgemeinen aber längere Zellen hat. Endzelle abgerundet, meist mit schwach verdickter Außenmembran. Die Art bildet auf Schlick oft mehr oder weniger feste Scheiden aus, wie es auch *O. limosa* tut. — Zusammen mit *O. formosa* die häufigste Art der Gattung und wohl noch etwas häufiger als diese, weil sie stärkere Verschmutzung erträgt. Sie herrscht meist in den Restpfützen auf dem Schlick der Tidenhubzone, sowohl im Süßwasser der Wümme als auch im brackigen Wasser der Unterweser bis zum Lunesiel. In Hamme und Hunte hat sie etwa das gleiche spärliche Vorkommen wie *O. formosa,* findet sich aber im stark verschmutzten Unterlauf der Geeste in größeren Watten. Sie ist stark saprophil. Von den acht bei Kolkwitz (1950, S. 9) als α-mesosaprob bezeichneten *Oscillatoria-*

Arten verdient sie nach allen meinen Befunden in der Umgebung von Bremen als erste diese Bewertung. In der Mölleaa bildet sie Massenformen in der α-mesosaproben und der polysaproben Zone (Fjerdingstad 1950, Fig. 30). Sie ist euryhalin bis mindestens 7 ‰ Salz.

64. *Phormidium ambiguum* Gom. L. c. S. 1015 u. Fig. 647e.

Typische Formen recht vereinzelt: In der Lesum in einer Probe zwischen *Blidingia minima* nicht selten, in der Weser in mehreren Proben zwischen anderen Algen, beim Lunesiel eine makroskopische Watte.

65. *Ph. autumnale* (Ag.) Gom. — L. c. S. 1026 u. Fig. 652k, l u. 653a.

Lager häutig bis krustig, bräunlich bis schwarzgrün, meist matt, aber an Stellen bester Entwicklung glänzend schwarz bis schwarzgrün. Trichome gerade und in den Lagern meist parallel zueinander liegend, an den Querwänden meist granuliert, nicht eingeschnürt, graugrün, an den Enden kurz verjüngt und meist schwach abgebogen, bei typischer Ausbildung die Endzelle kopfig und mit flachkegeliger Kalyptra. Zellen 4—7 μ breit und 1—½mal so lang. Scheiden fest oder häufiger verschleimend. An den Orten üppigster Entwicklung fanden sich auch die bei Geitler erwähnten Formen mit länger verjüngten Trichomenden (Fig. 653a bei Geitler), und hier treten neben graugrünen auch kräftig blaugrüne Trichome auf. — Die typisch ausgebildete kopfige Endzelle war in manchen Lagern die Regel, in anderen aber seltener und oft nur vereinzelt zu finden. Dann waren die meisten Endzellen etwa schiefkegelig zugespitzt (etwa Geitlers Figur 652l).

Übergänge zu *Ph. uncinatum* wurden nur an wenigen Stellen gefunden, etwas häufiger aber waren solche gegenüber *Ph. favosum*, das sich in seinen dünneren Formen ja eigentlich nur durch die mehr gekrümmten Trichome von *Ph. autumnale* unterscheidet und dadurch, daß bei ihm die Trichomenden meist gerade, bei *Ph. autumnale* aber meist abgebogen sind. Doch meidet *Ph. favosum* die eigentliche Tidenhubzone und tritt in der Weser wie in den Zuflüssen erst weiter flußaufwärts auf, hier allerdings auch mit *Ph. autumnale* vermischt.

Phormidium autumnale ist die verbreitetste Alge im Untersuchungsgebiet, sie reicht wegen ihrer dünnen Lager in ihrer Massenproduktion allerdings nicht an die Enteromorphen und die Vaucherien heran. Sie hat ihre üppigste Ausbildung an den am stärksten verschmutzten Stellen der Flüsse und ist auch gegen Industrieverschmutzung recht unempfindlich. Sie kann dauernd von Wasser bedeckt sein, hat aber ihre Hauptentwicklung in der Tidenhubzone. Hier ist sie bei massenweisem Auftreten der wichtigste Indikator für Verschmutzung. Ihre Lager finden sich auf jedem festen Untergrund, auf Holz, Stein und auf fester Erde, nicht aber auf lockerem Sand und auf Schlick. Sie sind empfindlich gegen Schlickbedeckung und werden deshalb an Stellen starken Schlickfalles (in der Kleinen Weser in Bremen und stellenweise in der Hunte in Oldenburg) von den Vaucherien verdrängt, deren nach oben wachsende Fäden sich leichter aus dem Schlick frei machen können. Die Hormogonien der Art kriechen überall zwischen den Litoralalgen umher, und vor allem in den Moosrasen an der oberen Flutgrenze sind sie oft so zahlreich, daß man annehmen muß, daß sie unter Verzicht auf Bildung eines eigenen Lagers hier dauernd als Hormogonien leben.

In der Hamme oberhalb der Schleuse ist die Alge nur an Stellen lokaler Verschmutzung häufiger, bei der Schleuse selbst ist sie sehr häufig bis massenhaft, in der Wümme mäßig häufig, in der Lesum häufig, in der Hunte oberhalb Oldenburgs spärlich, in Oldenburg stellenweise massenhaft in glänzend schwarzen Lagern, unterhalb der Stadt wieder etwas weniger, in der Geeste häufig und vor allem in Bremerhaven massenweise und in üppigster Entwicklung, an der gesamten Unterweser häufig bis sehr häufig, unter starker Bevorzugung lokal verschmutzter Stellen wie Sielmündungen, Häfen und der Einlaufstellen der Kanali-

sationsrohre, wo sie als Massenform auftritt. Auch im brackigen Wasser des Fischereihafens und in der Tidenhubzone in der Wesermündung ist sie häufig.

Die Art ist euryhalin, euryoxybiont und stark saprophil, aber doch wohl nicht saprobiont. Überraschenderweise wird sie von Fjerdingstad (1950) für die Mölleaa nicht angegeben.

66. *Ph. Corium* Gom. — L. c. S. 1018 u. Fig. 649b, c.

Lager häutig, schwarzgrün bis braungrün, im nassen Zustande mehr schwarz, in trockenem mehr grünlich. Die Trichome sind mehr oder weniger gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht granuliert, blaugrün, bei typischer Ausbildung mit verjüngter, stumpfkegeliger Endzelle, sehr oft aber die Endzelle nicht typisch, sondern abgerundet und nicht verjüngt (Geitler Fig. 649b). Manchmal findet man in einer ganzen Probe nur wenige typische Endzellen. Zellen 3—3,5 (—4,5) μ breit, etwa quadratisch oder meist etwas länger als breit. — Die Art kann, wie die vorhergehende, in der Luft wie im Wasser leben und findet sich im Untersuchungsgebiet vor allem in Form zahlreicher Fäden in Lagern von *Ph. autumnale*. In den stärker verschmutzten Gebieten ist sie immer nur vereinzelt bis spärlich vorhanden, während sie in dem reineren Oberteil der Zuflüsse wesentlich häufiger ist und hier auch eigene Watten bildet, in denen nun umgekehrt sich meist *Ph. autumnale* als Begleiter findet. In der Hamme ziemlich häufig (im oberen Teil in den Watten oft im Gleichgewicht mit *Ph. autumnale*, an der Schleuse als Begleiter dieser Art), in der Wümme im oberen Teil und in den Armen der Hunte wie im Küstenkanal in eigenen Watten, in der vereinigten Hunte in Oldenburg und vor allem unterhalb der Stadt als Begleiter von *Ph. autumnale*, in der Geeste bei der Stauschleuse ziemlich häufig als Begleiter, unterhalb der Schleuse im Gebiet starker Verschmutzung nur vereinzelt. In der Weser in Bremen selbst nicht gefunden, oberhalb der Stadt vereinzelt und unterhalb bis zur Lunemündung überall in geringer bis mäßiger Häufigkeit in den Watten von *Ph. autumnale*, seltener auch zusammen mit *Lyngbya aerugineo-coerulea* oder mit anderen Algen. — Die Art kann den Wechsel der Tide ertragen, ebenso den im Untersuchungsgebiet vorkommenden Salzgehalt, ist aber gegen Verschmutzung empfindlicher als *Ph. autumnale*. In der Mölleaa tritt sie allerdings (als Begleiter) in der α-mesosaproben Zone auf (Fjerdingstad 1950, Fig. 30).

67. *Ph. favosum* (Bory) Gomont. — L. c. S. 1025 u. Fig. 652a, b.

Über die Art vergleiche man das bei *Ph. autumnale* Gesagte. — Gesicherte Formen wurden in der Tidenhubzone der untersuchten Flüsse nicht gefunden, wohl aber vereinzelt an Schwimmkörpern der Unterweser, in der Wümme ein sträniges Lager bei Borgfeld, in der Schleuse des Küstenkanals mäßig zahlreiche Fäden in einer *Vaucheria*-Watte und in der Weser oberhalb Bremens in der Spritzzone eine makroskopische Watte. — Die von Kolkwitz wie von Liebmann nicht als Indikator verwendete Art findet sich in der Mölleaa als Massenform in der β-mesosaproben Zone und ist fast nur auf diese beschränkt (Fjerdingstad 1950, Fig. 30). Auch meine Fundorte entsprechen etwa dieser Zone. Wohl wegen ihrer Empfindlichkeit gegen das Austrocknen ist die Art hier nicht häufiger.

68. *Ph. Jenkelianum* G. Schmid. — L. c. S. 1001 u. Fig. 638.

Fäden gewunden. Zellen 2,4—2,7 μ breit, um 1 (—2) μ lang, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, Endzelle halbkugelig oder schwach abgerundet, nicht verjüngt, vereinzelt sogar schwach verbreitert. Scheide verschleimend. — Die von Schmid auf feuchter, verschmutzter Erde gefundene Art fand sich in der Geeste auf verschmutztem Schlick an der Unterweserwerft in zahlreichen Fäden zwischen *Oscillatoria tenuis*, in der Unterweser als größere Watte neben einem Abwasserrohr in der Tidenhubzone bei Blexen sowie zwischen anderen Algen in mehreren Proben vom Anleger bei Nordenham. Sie kommt auch im Brackwasser des Neuen Fischereihafens vor.

69. *Ph. molle* Gom. — L. c. S. 1000.

In verschiedener Häufigkeit in mehreren Proben aus der Weser in Bremen beim Weserwehr und bei der Großen Weserbrücke.

70. *Ph. mucicola* Huber-Pest. et Naumann. — L. c. S. 997 u. Fig. 637.

Vereinzelt in der Gallerte von *Microcystis pulverea* im Plankton der Hunte, häufiger in der Gallerte von *Ulothrix zonata* von einem schwimmenden Anleger in der Unterweser.

71. *Ph. Retzii* (Ag.) Gom. — L. c. S. 1012 u. Fig. 647.

Lager meist flutend, wie die einzelnen Trichome lebhaft blaugrün gefärbt. Die Lager dieser Alge sind durch ihre Farbe und die Struktur zwischen denen der übrigen bei uns gefundenen Blaualgen makroskopisch zu erkennen. Zellen 5,0 bis 5,5 μ breit und etwas kürzer oder länger als breit, Endzelle nicht oder schwach verjüngt, abgestutzt, mit schwach verdickter Endmembran, wie die Diagnose bei Geitler angibt, die Zeichnung Gomonts (bei Geitler) aber nicht zeigt. — In der Hamme mehrfach in gemischten Watten zusammen mit *Ph. Corium* oder *Ph. autumnale*, in der Hunte in Oldenburg und unterhalb davon an der unteren Grenze der Gezeitenzone eigene Watten bildend. In der Unterweser an Duckdalben in Brake zusammen mit *Ph. autumnale* an der unteren Grenze der Gezeitenzone sowie an schwimmenden Anlegern bis Nordenham. — Die Art verlangt kein verschmutztes Wasser, ist aber gegen Verschmutzung sehr unempfindlich. Sie erträgt den im Gebiet vorkommenden Salzgehalt, verlangt aber fast dauernde Wasserbedeckung. — In der Mölleaa (Fjerdingstad 1950, Fig. 30) ist sie auf die β-mesosaprobe Zone beschränkt und ist dort Massenform. Unsere Fundorte entsprechen nach der Bewertung Liebmanns etwa der α- und β-mesasoproben Zone.

72. *Ph. uncinatum* Gom. — L. c. S. 1025 u. Fig. 652h, i.

Vergleiche das bei *Ph. autumnale* Gesagte. Die Alge kommt im Gegensatz zu *Ph. autumnale* nur selten vor, ist aber in den vorliegenden Proben im allgemeinen recht gut von jener Art zu unterscheiden durch die kürzeren Zellen, die kräftiger blaugrüne Farbe und die auf längere Strecken verjüngten, stärker abgebogenen und stärker kopfigen Trichomenden. — In Hamme, Wümme und Geeste in einzelnen Proben in geringer Häufigkeit zwischen anderen Algen, in der Weser bei Vegesack einige eigene Watten zwischen Moos an der oberen Flutgrenze sowie an einem schwimmenden Anleger unsichere einzelne Fäden.

73. *Lyngbya aerugineo-coerulea* (Kütz.) Gom. — L. c. S. 1062 u. Fig. 670f, g.

Typisch, vereinzelt können aber die Zellen, vor allem die Endzelle, auch länger als breit sein. — Fast überall als einzelne Fäden zwischen anderen Algen vorkommend, nur selten eigene Watten bildend. In der gesamten Unterweser und in allen Zuflüssen spärlich, ohne daß sich eine Bevorzugung eines bestimmten Habitates erkennen ließe. Die Alge ist unempfindlich gegen Verschmutzung und kann auch das Trockenliegen bis zu einem gewissen Grade ertragen.

74. *L. Allorgei* Fremy. — L. c. S. 1069 u. Fig. 671.

Fäden stark gewunden und untereinander verflochten. Zellen 3—3,5 μ breit und 3—6 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht granuliert, Endzelle abgerundet, nicht verjüngt, ohne verdickte Endmembran. Scheide fest, dünn. Chlorzinkjodreaktion negativ. — In der Hamme eine Watte zusammen mit *Lyngbya major*, in der Weser dicht unterhalb Bremens eine solche zusammen mit *Phormidium autumnale*.

— — fa.*crassior* Behre. — Behre 1956, S. 313 u. Taf. 1, Fig. 2.

Die Variationsbreite in den Maßzahlen ist noch etwas größer als früher von mir angegeben. Breite der Zellen 5—7 μ, Länge 5—13 μ. Die Endzelle hat keine verdickte Endmembran. — Spärlich bis mäßig häufig in Hamme, Wümme und Lesum.

75. *L. contorta* Lemm. fa. — L. c. S. 1043 u. Fig. 660a.

Zellen 1,5—1,8 μ breit und 1,8—3 μ lang, also kürzer als in der Diagnose angegeben. Die Fäden haben meist nur wenige, enge, fast kreisförmige Windungen von etwa 25 μ Breite. — Im Juni 1958 in allen Plankton- und Litoralproben aus den Armen der Hunte oberhalb Oldenburgs vereinzelt bis ziemlich häufig, wohl aus dem Dümmer stammend. Im Weserplankton ist die Art von Lemmermann in zahlreichen Proben in geringer Häufigkeit gefunden, von mir hier aber nicht wieder gesehen.

76. *L. Digueti* Gom. — L. c. S. 1058 u. Fig. 656e.

Fäden gewunden und untereinander verflochten, ihre Enden sehen oft frei aus dem Lager heraus und sind dann meist gerade. Zellen 2—3 μ breit und etwas kürzer als breit oder quadratisch, selten etwas länger als breit, an den Querwänden nicht oder kaum eingeschnürt, Endzellen abgerundet, nicht verjüngt. Scheiden eng, dünn, farblos. — Vereinzelte selbständige Watten an einem schwimmenden Anleger in der Lesum sowie an der Schiffdorfer Stauschleuse in der Geeste. Nesterweise zwischen anderen Algen in mehreren Proben aus der Lune und in einer Probe aus der Weser oberhalb des Wehres. — Nicht an Stellen gefunden, wo die Alge längere Zeit trocken liegen müßte.

77. *L. Kützingii* Schmidle. — L. c. S. 1035.

Im allgemeinen an den parallelen, starr von der Unterlage abstehenden kurzen Fäden leicht zu erkennen, doch vergleiche man das bei *L. rigidula* Gesagte. — In einzelnen Proben in der Hamme und Lesum, selten auch in der Unterweser.

78. *L. major* Menegh. — L. c. S. 1066 u. Fig. 679a.

Zellen 10—12 μ breit und 2,0—3,1 μ lang, an den Querwänden granuliert, nicht eingezogen, Endzelle abgerundet und mit schwach, aber deutlich verdickter Endmembran, vereinzelt ist sie auch etwas verlängert und schwach verjüngt, wie es auch die Abbildung bei Geitler zeigt. Die Fäden sind gerade und lang. Die Scheide ist 1,5—2 μ dick, fest, geschichtet. Sie hat Querstreifen im Abstande von etwa 2 μ. Bei starker Vergrößerung zeigt sich, daß die Streifen aus Einschnürungen bestehen, die den Querwänden der Zellen entsprechen, wie bei *Lyngbya constricta*, die im übrigen aber ganz anders gebaut ist. — In der Hamme mehrere Watten.

79. *L. majuscula* Harvey. — L. c. S. 1060 u. Fig. 672c, d.

Im Litoral der Wümme ein einzelner Faden, dessen Zellen 56 μ breit und 3—4 μ lang waren. In der Unterweser vereinzelt Fäden mit einer Zellbreite von 24 μ bei einer Länge von 2,7—3,5 μ.

80. *L. nigra* Ag. — L. c. S. 1063 u. Fig. 675a.

Fäden lang und gerade. Zellen 8—10,5 μ breit und 2,5—3 (—5) μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht granuliert, Endzelle abgerundet und schwach verjüngt, mit kräftig verdickter Endmembran. Scheide dünn, farblos, fest. — In der Hamme bei der Schleuse vereinzelt, unterhalb davon in größeren Watten, in Wümme, Lesum und Geeste vereinzelt, in der Hunte oberhalb und unterhalb Oldenburgs mäßig häufig, in der Unterweser aber nur vereinzelt. Die Art ist wohl empfindlich gegen das Trockenliegen.

81. *L. Nordgardhii* Wille. — L. c. S. 1040 u. Fig. 658.

Fäden meist stark gekrümmt, in kleineren oder größeren Nestern, mit der Mitte der Unterlage *(Ulothrix tenerrima, Cladophora glomerata)* anliegend, mit den Enden abstehend. Zellen um 2,2 μ breit und 1—1,8 μ lang, an den Querwänden eingeschnürt, Endzelle abgerundet, nicht verjüngt, ihre Endmembran nicht verdickt. Scheiden mehr oder weniger verschleimend. — Die im Brackwasser des Neuen Fischereihafens häufige Art fand sich in mäßiger Häufigkeit in einigen Pro-

ben aus der Lesum, aber auch hier nur an solchen Stellen, wo sie bei Niedrigwasser nicht trocken liegt.

82. *L. rigidula* (Kütz.) Hansg. — L. c. S. 1035.

L. rigidula scheint eine gute Art zu sein. Die Fäden sitzen gesellig mit einem Ende auf Fadenalgen, häufig auf *Cladophora*. Die Zellen sind 1,7—2 (—2,3) μ breit und 1,3—2,4 μ lang, meist kürzer als breit. Sie sind an den Querwänden meist schwach eingeschnürt, so daß die Zellen manchmal tonnenförmig erscheinen, die Endzelle ist abgerundet und nicht verjüngt. Die Scheiden sind farblos, dünn und eng, so daß die Fäden kaum breiter sind als die Trichome. Die jungen Fäden sind fast gerade und stehen mehr oder weniger steil von der Unterlage ab, wie bei *L. Kützingii*, die aber kürzere Zellen hat. Bei weiterem Wachstum krümmen sie sich und bilden schließlich ein verworrenes Geflecht, das die *Cladophora*-Fäden rings umspinnen kann. Nicht selten findet man dieses Geflecht auch von der Unterlage losgerissen. — Ziemlich häufig in der Weser oberhalb Bremens. Auch sonst in der Nachbarschaft der Weser nicht selten, in der Tidenhubzone aber nirgends gefunden.

83. *L. stagnina* Kütz. — L. c. S. 1066.

Zellen 10 μ breit und 2,3—2,9 μ lang, entsprechend der Diagnose bei Geitler, nicht aber der Figur Skujas bei Geitler (Fig. 679b), die von einer *Lyngbya*-Art mit wesentlich längeren Zellen stammt. Querwände nicht eingezogen, Endzelle nicht verjüngt, breit abgerundet, ohne Membranverdickung. Fäden gekrümmt. Scheide geschichtet. — In der Hamme an mehreren Stellen zwischen anderen Algen.

84. *Microcoleus acutissimus* Gardner. — L. c. S. 1138.

Zellen 2 μ breit und 4—5,5 μ lang, an den Querwänden schwach eingeschnürt, nicht granuliert. Trichomenden allmählich und scharf zugespitzt, meist schwach abgebogen. Zahlreiche Trichome in einer verschleimten Scheide. — Sehr vereinzelt zwischen Moos in Wasserspiegelhöhe unter einer Brücke im Mittellauf der Geeste.

85. *M. lacustris* (Rabenh.) Farlow. — L. c. S. 1142 u. Fig. 749 u. 750a.

Neben einer Mehrzahl von typischen Formen fanden sich vereinzelt auch Fäden mit einer Trichomdicke von 6—6,5 μ, die also *M. paludosus* entsprachen, dabei aber an den Querwänden eingeschnürt waren wie *M. lacustris*. — In den untersuchten Flüssen meist im unteren Teil der Gezeitenzone oder an Stellen, die stets von Wasser bedeckt blieben. In der Unterweser im ganzen spärlich, aber doch in einer Reihe von Proben von Bremen bis Brake. In der Wümme in einer Probe, in den Armen der Hunte und in der Geeste je in mehreren Proben.

86. *M. paludosus* (Kütz.) Gom. — L. c. S. 1144 u. Fig. 753.

Im allgemeinen typisch, doch vergleiche die vorige Art. Vereinzelt auch mit Granulierung an den Querwänden. — Die Alge verlangt nicht ganz so lange Wasserbedeckung wie die vorige Art. Vereinzelt in Wümme, Lesum und Geeste, in der Unterweser deutlich häufiger als *M. lacustris*, von Bremen bis zum Harrier Sand überall in mäßiger Häufigkeit.

87. *M. vaginatus* (Vauch.) Gom. — L. c. S. 1136 u. Fig. 741.

In typischer Ausbildung. Die Fäden können zusammen mit *Phormidium autumnale* Krusten bilden oder zwischen *Blidingia* im oberen Teil der Tidenhubzone auftreten, aber ihr eigentliches Habitat sind die Moosrasen und die *Rhizoclonium*watten an der oberen Grenze der Tidenhubzone oder in der Spritzzone darüber. Hier findet man die Art regelmäßig und manchmal auch in makroskopischen Lagern. Sie ist wesentlich häufiger als die anderen gefundenen Arten der Gattung. — In Hamme und Wümme vereinzelt, in der Lesum, Hunte und Geeste

mäßig häufig. In der Unterweser von Mittelsbüren bis Dedesdorf an den meisten Stellen ziemlich häufig. Die Alge ist aërophil oder aërobiont, gegen Verschmutzung wohl ziemlich unempfindlich.

Chrysophyceae

In der Umgrenzung und der Anordnung der Gruppe wurde der Darstellung von Bourrelly (1957) gefolgt. Vor allem wurden auch die farblosen Flagellaten in gleichem Umfang und an gleicher Stelle wie dort in diese Gruppe eingereiht.

1. *Heterochromonas vulgaris* (Cienk.) Pascher. — Skuja 1956, S. 316 u. Taf. 56, Fig. 17.

Die Monade ist 16—24 μ lang und etwas schmäler, die Hauptgeißel ist fast doppelt körperlang, die Nebengeißel gut halb körperlang. Beide Geißeln schlagen der ganzen Länge nach. Der Mundstrich ist sehr kräftig ausgebildet. Ein Stigma fehlt. Eine pulsierende Vakuole liegt vorn. Die Zelle kann mit Verdauungsvakuolen, die Kieselalgen und andere Algen enthalten, fast ganz angefüllt sein und dann von der typischen Gestalt stark abweichen. — In einer Probe des Weserplanktons in Bremen ziemlich häufig. Im Plankton der Hunte einige Male eine Form von nur 11 μ Körperlänge, die im übrigen aber der Diagnose entsprach.

2. *Uroglena americana* Calkins. — Huber-Pestalozzi 1941, S. 184 u. Fig. 249.

Einmal im Weserplankton, nicht selten in einer Planktonprobe aus der Lesum.

3. *Dendromonas cryptostylis* Skuja. — Skuja 1948, S. 311 u. Taf. 35, Fig. 12 u. 13.

Einmal im Plankton der Wümme eine losgerissene Kolonie mit zahlreichen Einzelzellen in typischer Ausbildung.

4. *Anthophysa Steinii* Senn.

Zur Nomenklatur vergleiche die folgende Art. — In einer Probe aus der Hamme fand sich eine größere Anzahl von Kolonien, deren Zellen einen großen und sehr deutlich roten Augenfleck besaßen. Eine Probe aus der Geeste enthielt einige Kolonien, bei denen der Augenfleck klein, undeutlich rot und manchmal in Tröpfchen zerspalten war.

5. *A. vegetans* (O. F. M.) Stein.

Ich kann mich nicht entschließen, den Vorschlägen von Pringsheim und Bourrelly (Bourrelly 1957, S. 158) zu folgen und die ein Stigma führende Form zum Arttypus zu erheben, während die bisherige *A. vegetans*, die kein Stigma hat, zur var. *Sennii* wird. Wenn wir das tun würden, so könnte man in Zukunft nicht mehr erkennen, was unter der von Bourrelly angewandten Bezeichnung „*Anthophysa vegetans* (Müller) Stein" zu verstehen ist. Nach Bourrelly wäre es die stigmenführende Form, während bis jetzt mit der gleichen Art- und Autorenbezeichnung die Form ohne Stigma gemeint war. Das muß auf jeden Fall vermieden werden. Ich behalte also die bisherige Bezeichnung bei und schlage vor, den Namen *Anthophysa vegetans*, der seit Senn stets in gleichem Sinne gebraucht ist, in diesem Sinne auch als nomen conservandum weiterzuführen. Ich glaube allerdings auch, daß die Unterschiede zwischen den beiden Arten nur den Charakter von Varietätsmerkmalen tragen. — Auch die leeren Stiele sind bei einiger Erfahrung sicher zu unterscheiden von den leeren Hüllen der *Leptothrix*-Arten, da sie wie „geflochten" aussehen und auch dort, wo die Eiseneinlagerung nur schwach ist, keinen Kanal im Innern zeigen. (Das bekannte Bild Lemmermanns, Süßwasserflora Heft 1, Fig. 180, zeigt die Struktur der Stiele nicht, wohl aber die Figur Bourrellys [1957, Tafel 2, Fig. 7] für *A. Steinii*, die von ihm *A. vegetans* genannt wird.) Der Indikatorwert dieser Pflanze für Verschmutzung ist in unseren Gewässern nicht sehr hoch, da sie sowohl in stärker humosem wie in verschmutztem Wasser vorkommt, die ja beide zweiwertiges Eisen enthalten können. Sie

kommt in allen untersuchten Flüssen in mäßiger Häufigkeit vor, in der Lesum noch am wenigsten. Sie meidet aber etwas die Gezeitenzone, ist also häufiger im Plankton und an schwimmenden Anlegern. Sie bevorzugt etwas die humosen Gewässer und braucht dort nicht unbedingt Verschmutzung anzuzeigen.

6. *Dinobryon bavaricum* Imhof. — Huber-Pestalozzi 1941, S. 224 u. Fig. 295a.

Die Undulierung der Gehäuse ist meist nicht deutlich ausgebildet, der Stiel ist aber scharf abgesetzt und sehr lang. — Einige Male mit anderen *Dinobryon*-Arten im Plankton der Lesum.

7. *D. divergens* Imhof. — L. c. S. 227 u. Fig. 302.

Im allgemeinen in typischer Ausbildung. — Die Art, die in den Seen des Gebietes die häufigste der Gattung ist, fand sich in den Flüssen nur sehr spärlich. In der Hamme, der Wümme und der Hunte nur ganz vereinzelte, meist leere und wohl verschleppte Kolonien, im Mittellauf der Geeste und in der Lesum in einigen Planktonproben häufiger, im Weserplankton in einer Reihe von Proben ziemlich vereinzelt.

— — var. *angulatum* (Seligo) Brunnth. — L. c. S. 229 u. Fig. 304.

Im Geesteplankton einmal zahlreiche leere Kolonien, die wohl aus den von der Geeste durchflossenen Seen stammen.

8. *D. sertularia* Ehrenb. — L. c. S. 222 u. Fig. 290.

Im Plankton der Hamme und der Wümme je eine geringe Anzahl typischer Kolonien, im Weserplankton einmal eine unsichere Form.

9. *D. sociale* var. *stipitatum* (Stein) Lemm. — L. c. S. 226 u. Fig. 299.

Gehäuse im allgemeinen typisch, vereinzelt aber auch Übergänge zu *D. bavaricum* hin. — Im Mai 1959 ziemlich häufig im Plankton der Lesum, zusammen mit *D. divergens*, von dem es aber sicher zu unterscheiden ist.

10. *Mallomonas caudata* Iwanoff. — L. c. S. 105 u. Fig. 137.

Je einige Male im Wümme- und im Lesumplankton, etwas häufiger im Plankton der Hamme.

11. *M. pediculus* Teiling fa.? — Teiling 1946, S. 85 u. Fig. 18, Bourrelly 1957, S. 190 u. Taf. 5, Fig. 40—49. — Tafel 3, Abb. 1.

Zellen 26—32 μ lang und 17—19 μ breit, ellipsoidisch, mit zwei Chromatophoren. Geißel etwa körperlang. Zahlreiche derbe, schwach nach rückwärts gebogene Borsten, die bei der Schwimmbewegung nach rückwärts gerichtet dem Körper anliegen, beim Ruhen und bei toten Zellen aber nach allen Seiten schauen. Nur das Vorderende der Zelle ist fast oder ganz frei von Borsten. Die Schuppen sind elliptisch, 7,5—8 μ lang und 4,5—5,5 μ breit. Sie tragen eine hervorspringende V-Figur und am Vorderende eine halbmondförmige Vertiefung, in der die Borste befestigt ist. Weitere Struktur wurde auch mit Immersion nicht gesehen. Die Borsten sind 16—32 μ lang, meist um 30 μ, derb. Ihre Krümmung ist geringer als bei der Figur Teilings und entspricht den Abbildungen bei Bourrelly. Sie tragen auf der Außenseite der Krümmung eine Reihe von Zähnchen, die aber auf wenige Zähnchen an den Enden reduziert sein können. Die Enden sind nicht immer so stark zugespitzt wie bei Bourrelly. Ausgesprochen hakenförmige Bildungen an den Enden sah ich nicht. Vor allem dadurch unterscheidet sich die Form von *M. acaroides* var. *dimorpha*. — Häufig im Plankton der Hamme, weniger in dem der Wümme. Wahrscheinlich gehören auch die spärlich und vereinzelt im Weserplankton gefundenen *Mallomonas*-zellen, die nur im lebenden Zustande gesehen wurden, hierher.

12. *M. Teilingii* (Teiling) Conr. — Bourrelly 1957, S. 188 u. Taf. 5, Fig. 19 bis 26. — Tafel 3, Abb. 2.

Zellen kleiner als der Arttypus. Eine Form hat 40 μ lange und 9 μ breite, ellipsoidische bis schwach keilförmige Zellen mit zwei Chromatophoren und drei bis vier kontraktilen Vakuolen, die hinter der Zellmitte liegen. Die Geißel ist körperlang. Die Monade trägt an den Körperenden je ein Büschel gerader, glatter, nach vorne bzw. nach hinten gerichteter Borsten von etwa 20—30 μ Länge. Die elliptischen Schuppen messen 5,5×4 μ. Sie zeigen eine in Reihen angeordnete Punktierung, die nach Bourrelly in Wirklichkeit eine netzförmige Struktur darstellt. — Zusammen mit dieser Form und etwas häufiger als sie fanden sich Zellen, die nur um 26 μ lang und um 7 μ breit waren, im übrigen aber die gleichen Verhältnisse zeigten. — In mehreren Proben des Hammeplanktons, nicht häufig. Ganz vereinzelt auch im Plankton der Geeste.

13. *Synura Bioretii* Huber-Pest. emend. Bourrelly. — Bourrelly 1957, S. 210 u. Taf. 7, Fig. 30—31 u. 34. — Tafel 3, Abb. 6.

Neben kugeligen Kolonien hat diese Art auch sehr häufig lang gestreckte, die an *Catenochrysis* erinnern, aber nicht die typischen Zellen dieser Gattung haben. — Die Länge der bedornten Schuppen ist 3—4 μ, meist um 4 μ (ohne Dorn). Der Dorn liegt meist in der Ebene der Schuppe, schaut aber manchmal auch deutlich aus ihr heraus. Die nicht bedornten Schuppen können bis 5 μ lang sein. Schuppen mit nur teilweise verdicktem Rand, wie Bourrelly sie in Fig. 33 abbildet, wurden nicht gesehen. — In den untersuchten Flüssen eine der häufigsten Arten der Gattung. Zeitweise sehr häufig bis massenhaft im Plankton des Hamme-Wümme-Lesum-Systems, der Hunte und der Geeste. Auch die (nur im Leben gesehenen) weniger häufigen Kolonien des Weserplanktons werden zum großen Teil hierher gehören.

14. *S. lapponica* Skuja? — Skuja 1956, S. 275 u. Taf. 47, Fig. 10—14. — Tafel 3, Abb. 5.

In einer Planktonprobe aus der Hamme fanden sich häufig Schuppen, die denen von *S. lapponica* entsprechen. Sie sind langgestreckt elliptisch, manchmal an den Enden schwach zugespitzt und tragen in der Mitte eine zugespitzte Erhöhung. Auch ihre Größe (8—10×3,8—5 μ) entspricht etwa den Angaben Skujas. Da in dieser Probe aber mehrere Arten der Gattung vorkamen, ließ sich nicht feststellen, zu welchen Kolonien diese Schuppen gehörten.

15. *S. Petersenii* Korsh. — Bourrelly 1957, S. 207 u. Taf. 7, Fig. 22—23. — Tafel 3, Abb. 3.

Kolonien, Zellen und Schuppen sind typisch ausgebildet. — Vor allem im System der Lesum und in der Geeste häufig bis sehr häufig, in der Hunte weniger. Auch im Weserplankton ziemlich häufig.

16. *S. sphagnicola* Korsh. — L. c. S. 211 u. Taf. 7, Fig. 36—37. — Tafel 3, Abb. 4.

Die Zellen dieser Art sind relativ kürzer als die der anderen hier gefundenen Formen, und es sind oft nur wenige in einer Kolonie zusammen. Durch diese Merkmale läßt sich die Art hier schon im Leben erkennen, auch wenn sie die sonst typischen Karotintröpfchen nicht hat. Die Schuppen sind sehr typisch, ohne Dornen 3—3,8 μ lang und 2—2,5 μ breit. Der Dorn läuft nach den Enden meist gleichmäßig spitz zu, wie es auch Skuja abbildet (1956, Taf. 47, Fig. 4), während die Bilder Bourrellys und die elektronenoptischen Aufnahmen von Petersen und Hansen (1958, Taf. 1) einen mehr gleichmäßig breiten Stil mit stumpferen Enden zeigen. An der Basis des Dornes ist meist eine kleine Verdickung.

Die Art ist, wie bekannt, auf saure Gewässer beschränkt und wurde daher in der Hunte und der Geeste nicht gefunden. In der Hamme und der Wümme gehört sie dagegen im Mittellauf zu den häufigeren Formen, aber auch im

Unterlauf und in der Lesum, wo durch die Eutrophierung das Wasser schon etwa neutral ist, findet sie sich nicht selten im Plankton, und selbst in der Weser sind ihre Kolonien noch vereinzelt vorhanden. Die roten Karotintröpfchen werden in diesen Teilen der Flüsse aber nicht mehr ausgebildet.

17. *S. uvella* Ehrenb. em. Korsh. — L. c. S. 209 u. Taf. 7, Fig. 27—29. — Tafel 3, Abb. 7.

In typischer Ausbildung. Die Schuppen sind ohne Dorn um 5 μ lang und 3—4 μ breit. Der Dorn schaut fast immer kräftig aus der Ebene der Schuppe heraus. — Im Plankton der Hamme bei mehreren Besuchen vereinzelt bis häufig, in der Hunte vereinzelt.

18. *Catenochrysis hispida* Perman (= Chlorodesmus hispidus Philips)? — L. c. S. 205.

Im Jahre 1935 fand ich in Wiesengräben in der Nähe der Hamme eine Alge, die ich als *Chlorodesmus hispidus* identifizierte. Die Zellen waren in den Kolonien in zwei oder mehr Reihen angeordnet und durch Gallertstränge untereinander verbunden. Das Hinterende der Zellen zeigte die typische basale Verbreiterung, so daß die Zellen in der Draufsicht etwa dreieckig waren. Die Gallertstränge gingen von den beiden basalen Ecken der Zellen aus zu den Nachbarzellen. Jede Zelle hatte zwei solcher Gallertstränge. Die jeweiligen Endzellen der langgestreckten Kolonien aber waren — im Gegensatz zu der Abbildung von Philips in der Süßwasserflora — wie typische *Synura*-Zellen geformt, also mit abgerundetem und verschmälertem Hinterende. Sie trugen auch nur je einen Gallertstrang. An jedem Ende der Kolonien waren mehrere solcher Zellen. — Die beiden Geißeln wurden als gut körperlang vermerkt, wobei Längenunterschiede nicht gesehen wurden. — Bei meinen jetzigen Untersuchungen fanden sich nun in einigen Planktonproben aus der Hamme selbst und aus der Lesum ähnlich langgestreckte *Synura*-Kolonien, die zum Teil mehr als 200 μ lang waren und um 50 Zellen enthielten. In diesen bandförmigen Kolonien fanden sich nun häufig einzelne oder mehrere Zellen, die den Bau der *Chlorodesmus*-Zellen zeigten, während die übergroße Mehrzahl typische *Synura*-Zellen waren. Die Zellen hatten sämtlich zwei Chromatophoren. Die Schuppen waren ähnlich wie sie Philips zeichnete, aber sie standen nicht überall senkrecht von der Zelle ab, sondern waren stets nach vorne gerichtet, so daß sie an den Seiten der Zelle einen spitzen Winkel zur Zelloberfläche bildeten und nur am Vorderende senkrecht von ihr abstanden. Gallertstränge waren diesmal nicht zu erkennen. Die beiden Geißeln waren wieder gut körperlang, aber sehr dünn und schwer zu beobachten. Da in diesem Material mehrere *Synura*-Arten nebeneinander vorkamen, konnte an den lebenden Kolonien nicht festgestellt werden, zu welcher Art diese Form gehörte. Nach diesen Beobachtungen scheint es mir aber — trotz der entgegengesetzten Ansicht Skujas (1948, S. 257—258) —, daß die Gattung *Chlorodesmus* oder *Catenochrysis* erneut auf ihre Selbständigkeit geprüft werden müßte.

19. *Spongomonas uvella* Stein. — Lemmermann 1914, S. 113 u. Fig. 212a, b.

Einmal in der Wümme.

20. *Rhipidodendron Huxleyi* Kent. — Skuja 1956, S. 325 u. Taf. 57, Fig. 20 bis 21.

Einmal in der Hunte.

21. *Chrysococcus biporus* Skuja. — Skuja 1939, S. 84 u. Taf. 4, Fig. 14.

Schale braun, 7×6 μ messend, mit zwei einander gegenüberliegenden Öffnungen, deren Rand ringförmig verdickt oder ganz schwach vorgezogen sein kann. Die Zelle hat zwei Chromatophoren und eine doppelt körperlange Geißel. — Über die vermutliche Identität dieser Art mit *Chr. porifer* Lemm. vergleiche

Huber-Pestalozzi (1941, S. 63). Ich gebe *Chr. biporus* an, weil die Monade gut mit der Abbildung Skujas übereinstimmt. — Juni 1958 in den Armen der Hunte in einer Reihe von Proben vereinzelt bis mäßig häufig, in einer Probe aus der Lesum sehr vereinzelt.

22. *Monosiga ovata* Kent. — Lemmermann 1914, S. 72 u. Fig. 99.

Hierher wurden nur Zellen mit dem typischen, schmäler werdenden Vorderende gerechnet, wie sie die Abbildungen der Süßwasserflora zeigen. Kugelige Zellen, die die Diagnose Lemmermanns auch zuläßt, wurden nicht berücksichtigt. — Epiplanktisch auf zahlreichen Algen, in der Wümme nur in einzelnen Proben, in Lesum, Hunte, Geeste und Weser mäßig häufig.

23. *Desmarella phalanx* (Stein) Kent. — Bourrelly 1957, S. 319 u. Taf. 11, Fig. 6—7.

Zellen ohne Kragen 6 μ groß, Kragen wenig mehr als körperlang — Einige Male in der Lesum.

24. *Codonosiga botrytis* (Ehrenb.) Kent. — Huber-Pest. 1941, S. 288 u. Fig. 361.

Vergleiche das bei *Codonosigopsis Robini* Gesagte. — In der Wümme und Geeste ganz vereinzelt, in der Hunte und der Lesum spärlich, in der Weser in zahlreichen Planktonproben vereinzelt bis mäßig häufig.

25. *C. umbellata* (Tatem, Stein) Skuja. Skuja 1956, S. 308.

Gern folge ich dem Vorschlag Skujas, das Genus *Codonocladium* zugunsten von *Codonosiga* zu kassieren. Durchgreifende Unterschiede zwischen den beiden Gattungen sind wirklich nicht vorhanden, und die vorliegende Art ist nicht einmal immer sicher von der vorhergehenden zu unterscheiden, da die Länge der Einzelstiele, auf die es allein ankommt, recht veränderlich ist. — Im Weserplankton vereinzelt bis spärlich, seltener als die vorhergehende Art.

26. *Salpingoeca frequentissima* (Zach.) Lemm. — Bourrelly 1957, S. 324 u. Fig. QQ 10—11.

Einige Male in verschiedener Häufigkeit in der Lesum und in der Hunte, mäßig häufig in der Geeste, vor allem in ihrem Mittellauf.

27. *S. gracilis* Clark fa. Skuja. — Skuja 1956, S. 310 u. Taf. 54, Fig. 19—21.

Gehäuse ohne Stiel 17—24 μ lang und um 3,5 μ breit, an der Mündung bis 6,5 μ breit. Stiele 8—15 μ lang. Die Form entspricht weitgehend der Abbildung Skujas. — Vereinzelt bis spärlich als Epiplankter in den Armen der Hunte und in der Unterweser, einmal auch in der Hamme und einmal ziemlich häufig in der Lesum.

28. *S. vaginicola* Stein. — Skuja 1948, S. 301 u. Taf. 34, Fig. 16—17.

Manchmal findet man Gehäuse mit ganz kurzem Stiel, die dann einen Übergang zur vorhergehenden Art bilden. — Vereinzelt im Plankton der Unterweser, einmal auch in dem der Wümme.

29. *Lagenoeca variabilis* Skuja. — Skuja 1956, S. 310 u. Taf. 55, Fig. 18.

Das Gehäuse ist 13 μ lang und 8 μ breit. Der Flagellat schwimmt mit ruckartigen Bewegungen unter Rotation um die Längsachse. — Einmal im Weserplankton.

30. *Codonosigopsis Robini* Senn. Skuja 1956, S. 311 u. Taf. 55, Fig. 20—24.

Der äußere Kragen ist, soweit ich gesehen habe, jeweils nur auf einer Seite der Zelle vorhanden. Er wird aber häufig zusammengezogen und wieder ausgestreckt, und zwar kann er dabei auf verschiedenen Seiten der Zelle erscheinen, so daß also die Fähigkeit zur Kragenbildung mindestens auf einem großen Teil des Zellumfanges, vielleicht ringsherum, gegeben ist. Auch im ausgestreckten Zustande ist der äußere Kragen viel beweglicher als der innere, indem er manchmal der Zelle unmittelbar anliegt und dann wieder von ihr absteht. Er macht manch-

mal den Eindruck eines Pseudopodiums. Das würde aber kein grundsätzlicher Unterschied gegenüber dem inneren Kragen sein, da dieser nach Petersen und Hansen (P. u. H. 1954) ebenfalls aus Pseudopodien zusammengesetzt ist.

Was Bourrelly (1957, Taf. 11, Fig. 15—16) als *Codonosiga botrytis* und *Codonosiga umbellata* abbildet, ist zweifellos das gleiche, was Skuja in den obengenannten Bildern als *Codonosigopsis Robini* darstellt. Der äußere Kragen Skujas ist offensichtlich das, was Bourrelly als „Pseudopodien" bezeichnet, die er bei *Codonosiga* und *Sphaeroeca* gefunden hat (l. c. S. 313). — Die Auffassungen der beiden Autoren unterscheiden sich insofern, als Bourrelly voraussetzt, daß *Codonosiga* diese Pseudopodien immer hat und es dabei für möglich hält, daß es außerdem einen *Codonosigopsis* gibt, der einen andersartigen äußeren Kragen besitzt, während Skuja glaubt, daß die von Bourrelly als Pseudopodien bezeichneten Gebilde den äußeren Kragen der früheren Autoren darstellen und dabei annimmt, daß diese bei der eigentlichen *Codonosiga*, die er auch gefunden hat, fehlen müssen. — Was die älteren Autoren gesehen haben, läßt sich jetzt schwer feststellen, und die Frage, ob es Formen dieser Gattungen gibt, die keine Pseudopodien ausbilden können, läßt sich nur durch langdauernde Beobachtungen gesunder einzelner Zellen entscheiden, da die Pseudopodien vielleicht für längere Zeit eingezogen werden könnten. Ich gebe vorläufig die von mir mit und ohne Pseudopodien gesehenen Formen getrennt an und folge damit der Nomenklatur Skujas. Ich halte es aber für möglich, daß die verschiedenen Formen einmal zusammengezogen werden müssen. (Zu dem ganzen Fragenkomplex vergleiche auch Bourrelly l. c. S. 329 ff.) — Einige Male im Plankton der Hamme und der Geeste, einmal ziemlich häufig in dem der Lesum, vereinzelt in der Unterweser.

31. *Diplosigopsis siderotheca* Skuja. — Skuja 1948, S. 303 u. Taf. 34, Fig. 25 bis 27 sowie Sk. 1956, S. 311 u. Taf. 55, Fig. 25—27.

Gehäuse 8 μ breit und 6,5 μ hoch, von Eiseneinlagerungen meist dunkelbraun, Porus 2 μ breit. Ein noch farbloses Gehäuse ließ den Protoplasten erkennen. Er füllt das Gehäuse nicht ganz aus, sondern liegt mit breiter Fläche seiner Basis an, während der obere Teil die Gehäusewandung nicht erreicht. Beide Plasmakragen sind — im Gegensatz zu denen der vorhergehenden Art — allseitig entwickelt. — Einige Male als Epiplankter auf *Melosira* sp. im Küstenkanal.

Zooflagellata

1. *Mastigamoeba invertens* Klebs. — Lemmermann 1914, S. 43 u. Fig. 25.

In zwei Proben aus der Unterweser nicht selten.

2. *Mastigella Penardi* Lemm. — L. c. S. 46 u. Fig. 24.

Zelle 17×9 μ. Die Pseudopodien können sich hinten sehr lang ausziehen. Geißel körperlang. — Ganz vereinzelt in der Hunte unterhalb Oldenburgs.

3. *Cercobodo pseudodactylopterus* Skuja. — Skuja 1948, S. 296 u. Taf. 33, Fig. 35 bis 36.

Zellen 15—20 × 5—7 μ, in typischer Ausbildung. — In einer alten Rohkultur aus der Wümme in großen Mengen.

4. *Oicomonas termo* (Ehrenb.) Kent. — Lemmermann 1914, S. 60. u. Fig. 69.

Monaden, die wohl hierher gerechnet werden müssen, fanden sich zusammen mit anderen Arten der Gattung in großen Mengen in älteren Rohkulturen aus allen untersuchten Flüssen. In frischem Material sind die *Oicomonas*-Arten hier nicht häufig, am zahlreichsten noch in den tieferen Schichten des Weserplanktons.

5. *Bicoeca Kepneri* Reynolds (= *B. lacustris* Clark). — Bourrelly 1951c, S. 74 u. Fig. 1—3 sowie Skuja 1948, S. 297 u. Taf. 34, Fig. 1—5.

Epiplanktisch vereinzelt in der Hamme und Wümme, ziemlich häufig in der Lesum, der Hunte und der Geeste, wieder mehr vereinzelt im Weserplankton.

6. *B. petiolata* (Stein) E. G. Pringsheim (= *Poteriodendron petiolatum* Stein). — Skuja 1956, S. 307 u. Taf. 54, Fig. 6—9.

Einmal eine typische Kolonie in der Hamme. Die Art ist auch sonst im Gebiet recht selten.

7. *B. planctonica* Kisselew. — Bourrelly 1951c, S. 75 u. Fig. 16—20.

Gehäuse braun, 13 μ breit und 12 μ lang. Es hat um 12 Ringe in 10 μ. Der Flagellat ist recht klein, die Geißelhaltung die gleiche wie von Skuja (1948, S. 299 u. Taf. 34, Fig. 6—11) als typisch für *B. multiannulata* angegeben. — Mai 1959 nicht selten in einer Planktonprobe aus der Lesum.

8. *Monas mediovacuolata* Skuja var. *facilis* Skuja. — Skuja 1956, S. 317 u. Taf. 56, Fig. 23—25.

Zellen 5—9 μ lang, 4—8 μ breit, kugelig oder schwach ellipsoidisch, manchmal fast spindelförmig, vorne mit einer Einbuchtung, in der eine Hauptgeißel von 2—3½facher Körperlänge und eine Nebengeißel von halber Körperlänge sitzen. Mundstrich vorhanden. Meist zwei Vakuolen, die etwa äquatorial oder etwas vor der Mitte sitzen. Zellkern im Vorderteil der Zelle. Monade festsitzend oder frei schwimmend. Beim Festsitzen ist das Hinterende manchmal leicht zugespitzt. — In einer Planktonprobe aus dem Küstenkanal häufig, in der Hunte selbst nur ganz vereinzelt. Nicht selten in einer Planktonprobe aus der Unterweser.

9. *Bodo fusiformis* (Stokes) Lemm. — Lemmermann 1914, S. 105 u. Fig. 188.

Bei einem Besuch in mehreren Proben der Hamme ziemlich vereinzelt.

10. *B. globosus* Stein. — L. c. S. 100 u. Fig. 173.

Zellen 9—15 μ lang und 8—13 μ breit, kontraktile Vakuole in der vorderen Zellhälfte, Schwimmgeißel gut körperlang, Schleppgeißel fast doppelt so lang, Bewegung hin und her zitternd. — In der Wümme und Geeste ganz vereinzelt, im Küstenkanal und in der Hunte häufiger, im Weserplankton wieder nur vereinzelt.

11. *B. ovatus* (Duj.) Stein. — Skuja 1956, S. 322 u. Taf. 56, Fig. 36—39.

17 μ lang und 11 μ breit. — Einige Male in den Armen der Hunte.

12. *B. uncinatus* (Kent) Klebs. — Lemmermann 1914, S. 101 u. Fig. 175.

Einmal im Küstenkanal. Nicht selten in einer Planktonprobe aus der Weser in Bremen.

13. *Phanerobia pelophila* Skuja. — Skuja 1948, S. 318 u. Taf. 35, Fig. 40.

Von einem Pfahl mit Detritus in der Hamme bei der Schleuse wurde eine Monade beobachtet, die der Beschreibung Skujas entspricht, aber leider nur kurze Zeit beobachtet werden konnte.

14. *Trepomonas agilis* Duj. — Skuja 1948, S. 112 u. Taf. 14, Fig. 1—7.

Entspricht der Beschreibung Skujas. Oft mit anderen, nicht näher bestimmten Arten der Gattung zusammen. Bevorzugt verschmutzte Stellen und reichert sich in alten Rohkulturen an. In frischem Material meist nur vereinzelt. In der Hamme, Lesum, Hunte, Geeste und im Weserplankton.

15. *Hexamitus inflatus* Duj. — Skuja 1939, S. 78 u. Taf. 4, Fig. 7.

11—15 μ lang, meist um 6 μ breit und um 5 μ dick. In typischer Ausbildung. Vermehrt sich in alten Kulturen. — Mehr oder weniger vereinzelt in der Hamme und in der Hunte. In den tieferen Schichten des Weserplanktons häufig, nährt sich

hier (zusammen mit der vorhergehenden und der folgenden Art) von den abgesunkenen tierischen Planktern, vor allem von Krustazeen, meidet aber anscheinend stärkere Versalzung.

16. *Urophagus rostratus* (Stein) Klebs. — Lemmermann 1914, S. 129 u. Fig. 243.

Typisch. — Ziemlich selten in einer Probe in der Hamme. Ziemlich häufig und zusammen mit den beiden vorigen Arten in den tieferen Schichten des Weserplanktons, in stärker salzhaltigem Wasser aber nicht mehr gefunden.

Heterecontae

1. *Mischococcus confervicola* Naeg. — Pascher 1939, S. 714 u. Fig. 563—566.

Zellen 8 μ groß. — Einmal eine große und stark verzweigte Pflanze in der Hamme.

2. *Pseudostaurastrum lobulatum* (Naeg.) — Chodat. — Bourrelly 1951a, S. 667, u. Skuja 1948, S. 334 u. Taf. 36, Fig. 12 u. 13 (als *Isthmochondrum lobulatum).*

Die Zellen entsprechen im wesentlichen der Beschreibung bei Skuja, doch treten die Ecken mehr oder weniger deutlich tetraëdrisch auseinander, wie es auch bei Naegeli der Fall ist (Naeg. 1849, S. 84 u. Fig. 4B4). — Vereinzelt in einem Hunteарm und in einigen Planktonproben der Geeste.

3. *Characiopsis Cedercreutzi* Pascher. — Pascher 1939, S. 749 u. Fig. 605. — Tafel 1, Abb. 8.

In typischer Ausbildung — Vereinzelt im Mittellauf der Hamme.

4. *Ch. polychloris* Pascher. — L. c. S. 773 u. Fig. 636.

Typisch. 33 (ohne Fuß 27) μ lang und 8 μ breit. — Vereinzelt im Mittellauf der Hamme.

5. *Ch. gracilis* Pascher. — L. c. S. 735 u. Fig. 586.

Einige Zellen im Küstenkanal.

6. *Ch. saccata* N. Carter. — L. c. S. 764 u. Fig. 624. — Tafel 1, Abb. 7.

29 (ohne Fuß 27) μ lang und 10,5 μ breit. — Eine Zelle an einem schwimmenden Anleger in der Lesum.

7. *Heterothrix Bristoliana* Pascher. — L. c. S. 924 u. Fig. 778. — Tafel 1, Abb. 9.

Zellen an den Querwänden 4,5—5,3, an den breitesten Stellen 5,5—6 μ dick, 10—20 μ lang, mit zahlreichen Chromatophoren. — An der Geeste dicht oberhalb der Schiffdorfer Stauschleuse im oberen Teil der Tidenhubzone, meist nicht vom Wasser bedeckt, auf Holztorf eine größere makroskopische Watte, zusammen mit *Hormidium.* — Eine andere dünnfädigere, unbestimmbare Art dieser Gattung fand sich nicht selten in den Armen der Hunte, eine weitere vereinzelt, aber in zahlreichen Proben im Weserplankton.

8. *Tribonema aequale* Pascher. — L. c. S. 967 u. Fig. 817—818.

Zellen 5—7 μ dick und 10—21 μ lang, mit 2—4 Chromatophoren. Die Formen sind insofern nicht einheitlich, als neben Fäden mit zylindrischen Zellen auch solche mit an den Querwänden eingeschnürten und selbst schwach tonnenförmigen Zellen sich fanden *(Tr. regulare* Pascher). — In sämtlichen Zuflüssen im Litoral wie im Plankton, aber jeweils nur in einigen Proben mit je wenigen Fäden. In der Weser nur im Plankton, hier vereinzelt in einer Reihe von Proben.

9. *Tr. affine* West. — L. c. S. 970 u. Fig. 824.

Zellen 5 μ dick und 16—37 μ lang, mit ein bis zwei langen, rinnenförmigen Chromatophoren. Einzelne Fäden in der Hunte oberhalb Oldenburgs.

10. *Tr. ambiguum* Skuja. — Skuja 1948, S. 342 u. Taf. 36, Fig. 28.

Zellen an den Querwänden 3,4—4, in der Mitte 4—5 μ breit und 11—34 μ lang, mit zwei übereinander liegenden, band- bis rinnenförmigen Chromatophoren. — In mehreren Proben des Weserplanktons vereinzelt bis nicht selten.

11. *Tr. minus* Hazen. — Pascher 1939, S. 963 u. Fig. 813—815.

In einer Plankton- und einer Litoralprobe der Unterweser vereinzelt.

12. *Tr. subtilissimum* Pascher. — L. c. S. 972 u. Fig. 825.

Zellen 2,7—3 μ dick und 21—24 μ lang, mit 2—4 (—um 8) Chromatophoren. — Vereinzelt im Weserplankton in Bremen.

13. *Tr. viride* Pascher. — L. c. S. 975 u. Fig. 827.

Diese von Pascher als die häufigste der Gattung bezeichnete Art kommt in den untersuchten Flüssen nur sehr vereinzelt und meist wohl nur verschleppt vor. Aus der Wümme und Geeste je in einer Probe, in den Armen der Hunte sowie in der Unterweser in einer Reihe von Proben vereinzelt.

14. *Tr. vulgare* Pascher. — L. c. S. 973 u. Fig. 826.

Die Art ist stets sicher von der vorhergehenden zu unterscheiden. Sie ist in den untersuchten Flüssen deutlich häufiger als jene. In allen Zuflüssen vereinzelt bis spärlich, wird sie im Weserplankton regelmäßig, allerdings stets in geringer Häufigkeit gefunden. Im Litoral der Weser wurde sie nicht gesehen.

15. *Botrydium granulatum* Greville var. *eugranulatum* Miller. — L. c. S. 1038 u. Fig. 878.

Typisch. — August 1956 auf Schlick, der beim Weserwehr in Bremen aus der Weser geworfen war und dann in seiner ganzen Ausdehnung dicht von der Alge besiedelt wurde.

16. *Vaucheria aversa* Hassall. — Heering 1921, S. 84 u. Fig. 71. — Tafel 1, Abb. 4.

Der gezeichnete Faden ist 61 μ breit, das Oogonium mißt 150×112 μ, die Oospore 93×85 μ. — An der Geeste bei Geestenseth, dicht über dem Wasserspiegel des Flusses.

17. *V. compacta* (Collins) Christensen. — Christensen 1952 u. Rieth 1956b, S. 291 ff u. Fig. 1—5 sowie Taf. 4, Fig. 7—8. — Tafel 2, Abb. 4a—e.

Die Oogonien befinden sich einzeln an Seitenästen der weiblichen Fäden, ohne durch eine Zwischenzelle von dem Faden getrennt zu sein. Die Antheridien sitzen einzeln oder zu mehreren an Seitenästen der männlichen Fäden und sind von diesen durch einen von Plasma freien Raum, eine sogenannte Zwischenzelle, getrennt. Die männlichen Fäden sind 26—48 μ dick, ein Mittel aus 20 Messungen ergab 36,5 μ. Weibliche Fäden maßen 37—50 μ, im Mittel 40,9 μ. Die Oosporen waren 125—176 μ lang und 109—149 μ breit, kugelig oder meistens länglich, auch birnförmig. Die Antheridien waren 93—144 μ lang und hatten 1—3 Befruchtungsöffnungen. Sämtliche Maße stimmen gut zu denen von Rieth, mit dessen Formen die unsrigen auch sonst weitgehend übereinstimmen. Die Chromatophoren stimmen überein mit denen von *V. medusa*. Durch ihre Größe und das Pyrenoid kann man diese beiden Arten von den hier im Süßwasser vorkommenden Arten auch im vegetativen Zustande sicher unterscheiden. Die Oosporen sind rein grün, sie enthalten also auch keine dunklen Flecken. Auch im reifen Zustande erkennt man in ihnen die zahlreichen typischen Chloroplasten. Eine glänzende Mittelschicht ist nicht vorhanden. Sie werden schließlich frei durch Verschleimen und Zerreißen der Oogonienmembran. Die Antheridien enthalten stets Chloroplasten in mäßiger Zahl.

Vaucheria compacta ist in der Tidenhubzone des gesamten Flußsystems die herrschende Art der Gattung und nächst den Enteromorphen der größte Massen-

produzent unter den Algen überhaupt. Sie wurde in 58 Proben zur Kopulation gebracht. Davon stammen 24 aus der Weser, 14 aus der Lesum, 11 aus der Wümme, 4 aus der Geeste, 3 aus der Hunte und je eine aus der Hamme und aus dem Neuen Fischereihafen bei Bremerhaven. Sie ist unempfindlich selbst gegenüber starker Verschmutzung, gegenüber dem Trockenliegen und gegenüber den im Gebiet vorkommenden Schwankungen des Salzgehaltes. Sie kommt aber nur auf Schlick oder stark verschlicktem Sand vor. Hier ist sie mit farblosen Fäden im Boden befestigt, während die grünen Assimilstionsfäden ins Wasser oder in die Luft hinaus ragen. In der Luft sind die Fäden positiv phototropisch, wie man auch an Zimmerkulturen, die in der Nähe des Fensters stehen, beobachten kann. In der freien Natur hat die Alge an der Luft einen eigenartig buschig-zottigen Habitus, an dem man sie unter den hier vorkommenden Formen mit dem bloßen Auge sicher erkennen kann. Der Schlick, auf dem die Alge wächst, darf nicht so weich sein, daß die Assimilationsfäden einsinken. Daher ist ihr günstigster Lebensraum der etwas trocknere Schlickhang an der oberen Grenze der Tidenhubzone. Hier herrscht sie unumschränkt. Auf der Steineinfassung der Flüsse kann sie nur gedeihen, wenn die Steine in ruhigerem Wasser mit einer Schlickschicht bedeckt sind, wie es etwa im Unterlauf der Hunte der Fall ist. Hier geht sie fast bis an die untere Grenze des Tidenhubs. — Die Rasen der Alge sind fast stets frei von Metaphyton. Die Alge zeigt keine Verschmutzung an, da sie auch an nicht verschmutzten Stellen als Massenform auftritt.

Vaucheria compacta geht in allen Flüssen von der Mündung aus soweit aufwärts, wie der Tidenhub reicht, in der Weser also bis zum Wehr in Bremen, in der Hunte bis zur Schleuse bei Oldenburg, in der Geeste bis zur Schiffdorfer Stauschleuse, in der Hamme bis zur Ritterhuder Schleuse und in der Wümme bis zum Ausklingen des Tidenhubs bei Borgfeld. Anderseits finden sich ihre Watten noch in der Mündung der Geeste, im Lunesiel und im Neuen Fischereihafen. Beim letzten Auslaufen des Tidenhubs in der Wümme sowie auf der ganzen Flußlänge landeinwärts der Tidenhubzone, wohin die Flutwelle nicht mehr regelmäßig kommt, gesellen sich andere Arten der Gattung zu ihr.

18. *V. De Baryana* Woronin. — Heering 1921, S. 95 u. Fig. 85. — Tafel 1, Abb. 2.

In typischer Ausbildung. Fadendicke 32 μ, eine Oospore hatte 50×45 μ. — Juni 1955 auf Schlick in der Lesum, an der oberen Grenze der Flutzone.

19. *V. geminata* De Candolle emend. Walz. — L. c. S. 89 u. Fig. 79.

In typischer Ausbildung. Es kopulierten vier Proben von der Weser und je eine Probe von der Wümme, der Lesum und der Geeste. Die Probe aus der Geeste und zwei der Weserproben wuchsen flußaufwärts des Tidenhubs bei Geestenseth bzw. oberhalb des Weserwehres in Bremen, die vier anderen fanden sich längs des Tidenhubgebietes je an seiner landeinwärtigen Grenze.

20. *V. hamata* Walz. — L. c. S. 90 u. Fig. 81.

In typischer Ausbildung. Kopulierte in je einer Probe von der Wümme, Lesum und Geeste, alle von der landeinwärtigen Grenze des Tidenhubes stammend.

21. *V. litorea* Hofman Bang et C. A. Agardh?. — L. c. S. 96 u. Fig. 21, Rieth 1956a, S. 149ff. — Tafel 2, Abb. 3.

Die Art unterscheidet sich von *V. compacta* durch die bedeutendere Größe aller Teile, durch die reichere Entwicklung der Antheridienstände und dadurch, daß die Oogonien durch eine leere „Zwischenzelle" vom weiblichen Faden getrennt sind. Diese Zelle ist zunächst grün (Abb. 3a), wird aber allmählich farblos und leer (Abb. 3b). Die Art ist sicher oft nicht von *V. compacta* getrennt worden (Heering gibt in der Süßwasserflora an, daß die Oogonien bei *V. litorea* „meist" durch eine besondere Zelle abgetrennt sind). Vielleicht sind dadurch die in der Literatur

genannten Häufigkeitsangaben zu erklären. In der Weser ist die Art — im Gegensatz zu den sonst genannten Vorkommen — ausgesprochen selten und von mir nur in einer Probe gefunden worden, die aus der „Kleinen Weser", einem Nebenarm der Weser in Bremen, stammt. Leider habe ich diese Probe nur in Formalin untersucht, so daß ich nicht sagen kann, ob die Chromatophoren denen von *V. compacta* und *V. medusa* entsprechen oder wie die der übrigen Arten der Gattung beschaffen sind. Die Maße des von mir untersuchten Materials liegen an der unteren Grenze der Art und könnten auch *V. compacta* entsprechen: die Thallusfäden waren 33—60 μ dick, und die Oosporen maßen 117—123×107—115 μ. Die Antheridien waren wohl schon degeneriert. Ich halte es für möglich, daß die mir vorliegende Form zu *V. compacta* gerechnet werden müßte, die dann also gelegentlich doch eine Zwischenzelle zwischen dem Oogonium und dem Thallus abscheidet. — Ein einzelnes Oogonium mit einer solchen Zwischenzelle fand ich auch in der Geeste.

22. *V. medusa* Christensen. — Christensen 1952 und Rieth 1956b, S. 285ff und Tafel 4, Fig. 9—10 sowie Abb. 2—4. — Tafel 2, Abb. 1a—d.

Die Art entspricht der Beschreibung Rieths. Der Antheridienstand hat an der Basis nur einen Seitenast, wie es dem Material Rieths von Hiddensee entspricht, nicht aber dem von Christensen von der Ostküste Schwedens (Rieth S. 287). Der Halsteil des Androphors trägt stets einen endständigen Antheridienzweig und meist auch noch einen seitenständigen. Zu bemerken ist, daß das von Rieth als Androphor bezeichnete Organ nicht dem Androphor entspricht, wie es etwa bei *V. synandra* vorliegt. Dieses ist durch eine leere Begrenzungszelle vom Thallusfaden abgetrennt (vergl. meine Tafel 1, Abb. 3), was bei *V. medusa* nicht der Fall ist. Dafür sind aber hier die einzelnen Antheridien durch Begrenzungszellen vom Androphor abgetrennt (Tafel 2, Abb. 1a—c). — Der flaschenförmige Androphor und der typisch verzweigte Antheridienstand sind sehr kennzeichnend für die Art, aber auch nach Verlust der männlichen Organe läßt sich die Pflanze daran erkennen, daß der Tragast der Oogonien nicht — wie bei *V. litorea* und *V. compacta* — am Hauptfaden sitzt. — Die Chromatophoren sind flach, in der Draufsicht spindelförmig, 17—19 μ lang, um 7 μ breit und um 2 μ dick. Sie tragen ein auffallend großes und deutliches Pyrenoid (Taf. 2, Abb. 1d). — Die Art fand sich in zwei Proben in der Wümme bei Borgfeld und in einer Probe aus der Kleinen Weser in Bremen, in beiden Fällen also in den vom Meer am weitesten entfernten Stellen des Untersuchungsgebietes, bei Borgfeld in reinem Süßwasser, in Bremen in dem durch Kaliabwässer verunreinigten Weserwasser.

23. *V. ornithocephala* Ag. — Heering 1921, S. 84 u. Fig. 72. — Tafel 1, Abb. 1a, b.

In typischer Ausbildung. Vegetative Fäden 22—35 μ dick, Antheridien 75—93 μ lang und 19—21 μ breit, Oosporen 53—62×43—58 μ, stets der Oogonienwand anliegend. — Die Art wurde in einer Probe aus der Lesum und in einer Probe aus der Hamme zur Kopulation gebracht. Sie wuchs in beiden Flüssen an Stellen, wo sie dem Trockenliegen entzogen war, in der Hamme in Wasserspiegelhöhe bei der Scharmbeckstoteler Brücke und in der Lesum in großen Mengen am Grunde einer Sielmündung, die bei jeder Tide Wasser führt. Es kopulierten aber auch hier die Fäden, die sich in der Kultur über den Wasserspiegel erhoben hatten.

24. *V. sessilis* De Candolle. — L. c. S. 87 u. Fig. 74—77. — Tafel 1, Abb. 5.

Die Abbildung stellt die fa. *genuina* dar. Der Faden mißt 85 μ. — In neun Proben zur Kopulation gebracht, fünf davon von der Weser und je eine aus der Hamme, Wümme, Lesum und Geeste. Eine Probe stammte von einem schwimmenden Anleger in Bremen, alle übrigen waren wieder flußaufwärts der Tidenhubzone gesammelt oder an ihrem landeinwärtigen Rand. Im besonderen waren die fae. *repens* und *genuina* vertreten.

V. synandra Woronin. — L. c. S. 95 u. Fig. 86. — Tafel 1, Abb. 3.

Fadendicke 45—60 μ, Oosporen 133—165×93—128 μ, farblos, mit einer Anzahl schwarzbrauner Flecken, ihre Membran mit stark glänzender Mittelschicht. — Die Art wurde in den Flußläufen selbst nicht gefunden, im Neuen Fischereihafen bei Bremerhaven aber in drei von fünf untersuchten Proben zur Kopulation gebracht. Hier (außerhalb der Tidenhubzone) scheint sie die herrschende Art zu sein.

25. *V. terrestris* Lyngbye emend. Walz. — L. c. S. 90 u. Fig. 80. — Tafel 1, Abb. 6.

Fäden 37—61 μ breit, Oogonien 133—139×107—109 μ, Oosporen 82—128× 67—101 μ. Die mittlere Membranschicht ist glänzend, in der Oospore ist eine Reihe von braunen Pigmentflecken. — Kopulierte in vier Proben aus der Weser und je einer aus Hunte und Geeste, die letztere bei Geestenseth im Mittellauf des Flusses gesammelt und auch die übrigen von oberhalb der Wehre oder landeinwärts der Flutzone.

26. *V. Woroniniana* Heering. — L. c. S. 93 u. Fig. 84. — Tafel 2, Abb. 2.

In typischer Ausbildung. Fäden um 80 μ dick, eine Oospore maß 115×91 μ. — Einmal vom obersten Rand der Tidenhubzone der Weser bei Farge.

Cryptophyceae

1. *Chroomonas Nordstedtii* Hansg. — Huber-Pest. 1950, S. 28 u. Fig. 13.

Im Plankton der Weser und in sämtlichen Zuflüssen in zahlreichen Proben mehr oder weniger vereinzelt, nur in einer Probe aus dem Küstenkanal in größeren Mengen. — In älteren Proben oft sich stark vermehrend.

2. *Rhodomonas tenuis* Skuja. — Skuja 1948, S. 347 u. Taf. 37, Fig. 17—21.

In typischer Ausbildung. — In der Hunte oberhalb Oldenburgs bei mehreren Besuchen vereinzelt bis spärlich. — Einige unbestimmbare Individuen dieser Gattung in der Hamme.

3. *Cryptomonas erosa* Ehrenb. — Huber-Pest. 1950, S. 51 u. Fig. 28.

Die Grenze gegenüber *Cr. ovata* ist manchmal schwer zu ziehen. Im ganzen ist hier im Gebiet *Cr. erosa* aber sicher weniger häufig als *Cr. ovata*, auch in den Seen um Bremen. In der Hamme, im Mittellauf der Wümme, in der Lesum und in der Hunte oberhalb Oldenburgs jeweils vereinzelt in einer Reihe von Proben, im Unterlauf der Wümme und Hunte sowie in der Geeste nicht gefunden, in der Weser sehr wenige gesicherte Exemplare.

4. *Cr. Marssonii* Skuja. — Skuja 1948, S. 357 u. Taf. 37, Fig. 41—42.

In der Lesum bei einem Besuch in mehreren Proben nicht selten, in der Weser bei Brake und Nordenham einige etwas unsichere Exemplare.

5. *Cr. ovata* Ehrenb. — Huber-Pest. 1950, S. 46 u. Fig. 24.

Vergleiche das bei *Cr. erosa* Gesagte. — In der Hamme, im Mittellauf der Wümme und in der Hunte oberhalb Oldenburgs spärlich bis mäßig häufig, in der Lesum und im Mittellauf der Geeste vereinzelte Exemplare. In der Weser manchmal etwas häufiger, im ganzen aber ungleichmäßig. Im Unterlauf der Wümme, Hunte und Geeste nicht gefunden, wohl gegen Industrieverschmutzung empfindlich

6. *Cr. Ozolini* Skuja. — Skuja 1939, S. 92 u. Taf. 5, Fig. 12—13.

Einige Male in verschiedenen Proben der Hunte.

7. *Cr. platyuris* Skuja. — Skuja 1948, S. 358 u. Taf. 37, Fig. 37—38.

In typischer Ausbildung. Besonders das verschmälerte und manchmal etwas tordierte Hinterende kennzeichnend, auch wenn es nicht so stark verjüngt ist wie in

der Abbildung Skujas. In der Hamme, im Mittellauf der Wümme und Geeste sowie in der Hunte oberhalb Oldenburgs vereinzelt in einer Reihe von Proben, in der Weser nur wenige Exemplare. In der Lesum und im Unterlauf der genannten Zuflüsse nicht gefunden, wohl ähnlich empfindlich wie *Cr. ovata* und *Cr. erosa*.

8. *Cr. pyrenoidifera* Geitler. — Huber-Pest. 1950, S. 64 u. Fig. 42.

In der Weser oberhalb und unterhalb Bremens einige typische Exemplare.

9. *Cr. rostratiformis* Skuja. — Skuja 1948, S. 359 u. Taf. 37, Fig. 39—40 (als *Cr. rostrata*).

In typischer Ausbildung. — Ziemlich vereinzelt in der Lesum, mehrfach im Küstenkanal und im Mittellauf der Geeste, in der Weser ziemlich vereinzelt in einer Reihe von Proben von oberhalb Bremens bis Nordenham.

10. *Cr. tenuis* Pascher? — Huber-Pest. 1950, S. 58 u. Fig. 36.

Die Art ist etwas unsicher, weil der Zellkörper weniger abgeflacht ist als bei den Bildern Paschers und Skujas bei Huber-Pestalozzi. — Vereinzelt in der Hunte und in zwei Proben aus der Geeste.

11. *Cr. tetrapyrenoidosa* Skuja. — Skuja 1948, S. 352 u. Taf. 37, Fig. 32—36.

Typisch. — Einige Male in der Hamme und der Wümme.

12. *Chilomonas acuta* Schiller. — Huber-Pestalozzi 1950, S. 71 u. Fig. 56.

Typisch. Die Monade ist ein schneller und ausdauernder Schwimmer und schwimmt unter dem Deckglas noch, wenn *Ch. Paramaecium* nicht mehr kann. — Bei einem Besuch der Hamme in einer Reihe von Proben aus dem gesamten Mittellauf ziemlich häufig, in der Hunte bei zwei Besuchen in je einer Probe vereinzelt.

13. *Ch. Paramaecium* Ehrenb. — L. c. S. 70 u. Fig. 53.

Die Funde dieser im allgemeinen verbreiteten Art sind recht ungleichmäßig. In der Hamme bei einem Besuch in zahlreichen Proben ziemlich häufig, in der Wümme und im Küstenkanal je in einer Probe, in der Weser insgesamt nur in drei Proben.

14. *Cyathomonas truncata* (Fres.) Fisch. — L. c. S. 73 u. Fig. 58.

Die Art ist wohl oft übersehen, obwohl sie an ihrem Trichocystenring und ihrer flachen Gestalt sicher zu erkennen ist. Sie schwimmt unter Rotation, man findet sie oft zwischen den Bakterien, die sich unter dem Deckglas in der Nähe des Randes ansammeln. — Verbreitet, aber in frischen Proben nur vereinzelt bis spärlich. In einer Reihe von Proben aus der Hamme, einige Exemplare aus der Wümme. In den Armen der Hunte bei mehreren Besuchen in zahlreichen Proben, hier auch in frischen Proben in größerer Häufigkeit. In der Weser in einer Reihe von Proben meist vereinzelt.

15. *Cryptaulax longiciliatus* Skuja. — Skuja 1948, S. 364 u. Taf. 38, Fig. 31—32.

25 μ lang und 3 μ breit. Einmal in der Wümme.

16. *Gonyostomum semen* (Ehrenb.) Diesing. — Skuja 1956, S. 341 u. Taf. 59, Fig. 11—12.

Der Einfachheit halber stelle ich diese Chloromonadine — auch in den Tabellen — mit zu den Cryptomonadinen. — Die in den hiesigen Moorgewässern häufige Art fand sich ganz vereinzelt im Osternburger Kanal.

Dinophyceae

Diese Gruppe ist in den untersuchten Gewässern überraschend spärlich vertreten. Schon Lemmermann ist ihre geringe Häufigkeit im Weserplankton aufgefallen. — Unter den wenigen gefundenen Formen überwiegen solche mit blaugrünen Chromatophoren.

1. *Amphidinium Geitleri* (Geitler) Huber-Pestalozzi. — Huber-Pestalozzi 1950, S. 105 u. Fig. 81.

Zweimal ein Exemplar in verschiedenen Huntearmen.

2. *A. wigrense* Wolosc. — L. c. S. 105 u. Fig. 82.

Einmal in der Wümme.

3. *Gymnodinium aeruginosum* Stein. — L. c. S. 127 u. Fig. 99.

Jeweils in wenigen Exemplaren in der Hamme, Wümme, Hunte, Geeste und Weser. — Andere Arten der Gattung fanden sich ganz vereinzelt im Weserplankton, in der Lesum einmal eine farblose Form *(G. albulum?)*.
Peridinium spp: Nur je einige nicht bestimmte Individuen in Hamme, Wümme, Lesum und Weser.

4. *Ceratium fusus* (Ehrenb.) Duj. — Schiller 1937, S. 378 u. Fig. 418.

Diese marine Peridinee fand sich in mehreren Exemplaren im Weserplankton dicht oberhalb Bremerhavens in etwa 2 m Tiefe.

5. *C. hirundinella* (O. F. M.) Schrank. — Huber-Pest. 1950, S. 260 u. Fig. 277.

Einige Male im Weserplankton.

6. *C. tripos* (O. F. M.) Nitzsch. — Schiller 1937, S. 382 u. Fig. 384 u. 385.

Zusammen mit *C. fusus* mehrere Exemplare im Tiefenplankton der Weser dicht oberhalb Bremerhavens.

Rhodophyta

1. *Chantransia chalybea* (Lyngb.) Fries. — Pascher und Schiller 1925, S. 169 u. Fig. 15.

Eine makroskopische Watte an einem Wehr bei der Mündung des Neuen Kanals in die Hunte. Mehr oder weniger vereinzelte mikroskopische Pflänzchen in der Hunte und Wümme. In der Weser oberhalb des Wehrs auf einem in den Fluß hineinragenden Schlengenkopf häufiger.

2. *Bangia atropurpurea* (Roth) Ag. — L. c. S. 158 u. Fig. 12.

Nach Kylin (1944, S. 10) sind exakte morphologische Unterschiede zwischen *B. atropurpurea* und *B. fuscopurpurea* schwer anzugeben. Er schreibt dann: „Es scheint mir indessen am besten, für die Salzwasserpopulation den jüngeren Namen *B. fuscopurpurea* beizubehalten und der Süßwasserpopulation den Namen *B. atropurpurea* zu lassen." Diese Auffassung gibt für Brackwasserformen keine Entscheidung. Da *B. fuscopurpurea* aber bis etwa 1 m über der Mittelwasserlinie vorkommt (Kylin 1944, S. 9), während die in der Weser vorkommende Form offenbar empfindlich gegen das Trockenliegen ist, also hier einer Süßwasseralge entspricht, so gebe ich *B. atropurpurea* an. Die Entscheidung ist aber nicht sicher, da auch echte Litoralformen des Meeres im Brackwasser manchmal das Trockenliegen nicht ertragen können (vergl. S. 176, zur Art vergl. auch Kann 1959, S. 157ff). — Einzelne Fäden fanden sich einmal in der Lesum und in geringerer oder größerer Häufigkeit in einer Reihe von Proben aus dem Litoral der Unterweser, vor allem an schwimmenden Anlegern, sonst mehr vereinzelt in der Tidenhubzone im Schutze der *Blidingia*-Watten. Außerdem war das Fährschiff von Dedesdorf nach Kleinensiel bei einer Untersuchung ringsum in Wasserspiegelhöhe bewachsen von einem dichten Saum dieser Alge. Im Gebiet des Tidenhubs wurden nirgends makroskopische Watten gefunden.

Phaeophyta

1. *Ectocarpus siliculosus* (Dillw.) Lyngb. emend. Kuckuck. — Kylin 1947, S. 7 u. Fig. 2, Kuckuck 1891, S. 65.

Chromatophoren bandförmig, spiralig, Pflanzen ohne hervortretende Hauptachse, ohne besonders ausgebildete terminale Zweigbüschel, mehrere Zentimeter groß, Hauptäste bis 27 μ dick. Plurilokuläre Sporangien zahlreich, kurz gestielt, mehrfach auch sitzend, an der Basis am breitesten, von dort ab allmählich und gleichmäßig schmäler werdend, manchmal in ein Pseudohaar auslaufend, 200—600 (—700) μ lang, 17—24 μ breit. Die auf die Sporangien folgenden Pseudohaare können gelegentlich (bei jungen Pflanzen?) in ihren Zellen noch Chromatophoren enthalten. Verschiedentlich auch interkalare Sporangien gefunden. — Die Form müßte nach den Angaben Kylins und vor allem Kuckucks eindeutig zu *E. siliculosus* gestellt werden. Nachdem aber Kornmann (1956, S. 10) festgestellt hat, daß die Gametangien von *E. confervoides* mit den plurilokulären Sporangien von *E. siliculosus* übereinstimmen, ist die Bestimmung doch wieder unsicher.

Ein schwimmender Anleger in der Geestemündung und zwei solche in der Wesermündung, bei Nordenham und bei Blexen, waren bei den meisten Besuchen mehr oder weniger dicht von dieser Alge besetzt. Sie wuchs in einem nicht immer geschlossenen Saum in einer Tiefe von einigen Zentimetern unter dem Wasserspiegel, während sich über ihr, genau in Wasserspiegelhöhe, ein dichter Gürtel von Enteromorphen befand. An zeitweise trocken liegenden Stellen der Tidenhubzone ist die Pflanze trotz Suchens nicht gefunden worden.

Euglenophyta

1. *Euglena acus* Ehrenb. — Huber-Pestalozzi 1955, S. 96 u. Taf. 16, Fig. 75.

In allen Flüssen sehr vereinzelt.
— — Var. *hyalina* Klebs. — L. c. S. 98 u. Taf. 16, Fig. 76.
Ganz vereinzelt in der Weser.

2. *Eu. deses* Ehrenb. — Pringsheim 1956, S. 121 u. Fig. 37. — Tafel 3, Abb. 10.

Größe 101—120×11—13 μ, zahlreiche der Wand anliegende Chloroplasten, die im Leben Pyrenoide zeigen. Paramylon ellipsoidisch bis stabförmig, bis 11×3 μ. — Nicht selten in einer Probe aus dem Schlick der Tidenhubzone der Wümme.

3. *Eu. dicentra* Skuja. — Skuja 1948, S. 184 u. Taf. 21, Fig. 15.

43×16 μ groß, also etwas kleiner als bei Skuja, im übrigen aber typisch. Geißel fast doppelt körperlang. — Ein einzelnes Exemplar in der Hamme.

4. *Eu. geniculata* (Duj.) emend. Schmitz (= *Eu. Schmitzii* Gojdics) — Pringsheim 1956, S. 111 u. Fig. 33, Skuja 1948, S. 184 u. Taf. 21, Fig. 6—9.

Hierher wurden die mehr oder weniger spindelförmigen Zellen gerechnet, bei denen die Chromatophoren deutlich von zwei Zentren ausstrahlen. Vergl. auch *Eu. terricola*. — In Hamme und Wümme nur sehr vereinzelt gefunden, in der Hunte bei jedem Besuch, im ganzen aber auch nur spärlich, in der Weser ein Einzelfund. — In stärker verschmutzten Gewässern ist die Art häufiger und manchmal als Massenform entwickelt.

5. *Eu. intermedia* (Klebs) Schmitz. — Huber-Pestalozzi 1955, S. 79 u. Taf. 12, Fig. 55.

Die Art unterscheidet sich von *Eu. deses* letzten Endes nur durch das Fehlen der Pyrenoide. Pringsheim (1956, S. 119) hat festgestellt, daß bei Formen, die in der freien Natur ohne erkennbares Pyrenoid waren, in der Kultur sich ein solches nachweisen ließ, und er kommt zu dem Ergebnis, daß „*Eu. intermedia* ith not with certainty separable from *E. deses*" (S. 117). Da ich in der freien Natur neben typi-

schen *deses*-Formen mit Pyrenoid solche gefunden habe, die auch nach Behandlung mit Jod keine Pyrenoide zeigten, führe ich die beiden Arten vorläufig noch getrennt.

Eine weitere taxonomische Schwierigkeit bringt die Abgrenzung der var. *Klebsii* gegenüber dem Arttypus. Da ich nach der Abbildung von Mainx (bei Gojdics, Taf. 6, Fig. 9) mit Gojdics annehme, daß Mainx eine nicht hierher gehörende Form vorgelegen hat, besteht kein Grund mehr, die Varietät zu einer besonderen Art zu erheben, aber schon ihre Abtrennung als Varietät erscheint mir unzweckmäßig. Klebs (1883, S. 304) hatte sie einfach als eine Nebenform von *Eu. intermedia* angesehen, deren Paramylonkörner „kurz stabförmig sind und keine besondere Stellung einnehmen". Lemmermann (1910, S. 500) erhebt sie zur Varietät mit der Diagnose „Zellen 70—80 μ lang, 7—8 μ breit. Paramylonkörner kurz stabförmig, unregelmäßig verteilt". Das von Lemmermann neu hinzugefügte Merkmal der geringeren Zellgröße geht nun nicht immer parallel mit einer geringeren Größe der Paramylonkörner. Zwar haben Skuja (1948, S. 191) anscheinend nur klar geschiedene Formen vorgelegen, aber schon Gojdics gibt die Breite der Varietät mit 7—15 μ an, und ich habe hier neben Formen, die weitgehend denen Skujas entsprachen, regelmäßig andere mit einer Breite von etwa 13—14 μ gefunden, die nur die kürzeren Paramylonstäbchen hatten. Da nun weiter vereinzelt Zellen sich fanden, die neben den typischen kleinen Paramylonstäbchen von etwa 4 μ Länge ein einzelnes von etwa 10 μ enthielten, scheint mir der Unterschied zwischen dem Arttypus und der Varietät immer mehr verwischt zu werden, so daß wir am besten zu der Auffassung von Klebs zurückkehren, die Varietät nur als Nebenform anzusehen. Dem entspricht auch, daß fast alle Autoren angeben, daß die Varietät sich neben der Hauptform findet. Hier im Gebiet sind die Verhältnisse so, daß neben einer Mehrzahl von Zellen, die der bisherigen var. *Klebsii* entsprechen, sich größere Zellen finden, die oft auch größere Paramylonstäbchen haben, aber sowohl in der Größe der Zellen wie auch in der der Paramylonkörner sind gleitende Übergänge, und ziemlich häufig finden sich auch in kleineren Zellen größere Paramylonstäbchen und umgekehrt. Dabei ist die Zahl der unsicheren Formen größer als die Zahl des reinen Arttypus.

Das Hauptverbreitungsgebiet der Art liegt in stärker verschmutzten Gewässern. Sie ist in der Hamme nicht gefunden, in den anderen Zuflüssen und in der Weser selbst vereinzelt bis spärlich.

6. *Eu. limnophila* Lemm. — Pringsheim 1956, S. 51 u. Fig. 3.

Größe 70—109×12—15 μ, Endstachel scharf abgesetzt oder allmählich sich aus dem Zellkörper verschmälernd, gerade oder leicht gekrümmt. Zahlreiche parietale, scheibenförmige Chloroplasten ohne Pyrenoid. Meist zwei, seltener mehr große, stabförmige oder kettengliedförmige Paramylonkörner, die verschieden zueinander liegen können. — In Hamme und Wümme sehr vereinzelt, in der Hunte etwas häufiger, in der Weser nur wenige Exemplare gefunden.

7. *Eu. mutabilis* Schmitz. — L. c. S. 121 u. Fig. 38.

Diese in den sauren Seen unserer Umgebung häufigste Art der Gattung wurde nur einige Male in der Hunte und der Lesum gefunden, wohin sie sicher nur verschleppt war.

8. *Eu. obtusa* Schmitz. — L. c. S. 86 u. Fig. 21. — Tafel 3, Abb. 8a—e.

Zellen plump wurmförmig, mäßig metabol, bei den metabolischen Bewegungen das Hinterende oft schwach verjüngt, ihre Länge 100—115 μ, die Breite 15—22 μ. Beide Enden sind breit abgerundet. Das Hinterende der Monade kann zum Anheften auf eine Unterlage zu einer schwachen Spitze ausgezogen werden (Abb. 8a). Diese Spitze scheidet dann einen klebrigen Schleim aus. Auch beim Kriechen haften hier häufig kleine Fremdkörper, wie Detritusteilchen oder Kieselalgenschalen und werden von der Monade mitgenommen. Die Pellicula ist fein linksläufig gestreift,

mit einem Streifenabstand von 0,7—0,8 μ. Etwa 30 Chromatophoren sind vorhanden. Sie sind gelbgrün gefärbt, liegen im allgemeinen der Körperoberfläche an und liegen dabei so dicht, daß man ihre genaue Form erst erkennt, wenn der Zellkörper durch längeres Liegen unter dem Deckglas aufgequollen ist. Sie sind etwa linsenförmig, im normalen Zustande gelappt und haben ein doppelt beschaltes Pyrenoid (Fig. 8c—d). Ihr Durchmesser ist um 8 μ, mit den Lappen bis 11 μ, der des Pyrenoids 3,2 μ. Bei längerem Liegen unter dem Deckglas werden die Lappen eingezogen, und man erkennt jetzt die Feinstruktur des Chloroplasten. In ihm befindet sich das Chlorophyll in Lamellen, die in ihrer Gesamtheit einen fast geschlossenen Ring bilden (Fig. 8e). Über und unter der von Chlorophyll freien Mitte des Chromatophors befinden sich die Paramylonkalotten des Pyrenoids. Sie greifen in der Regel etwas über den Rand der Lamellen auf diese hinaus. An der Stelle, wo der Ring der Lamellen offen ist, befindet sich eine tiefere Einschnürung des Chromatophors, die bis an die Paramylonkalotte gehen kann. — Die Paramylonkörner im Plasma sind plattenförmig. Sie messen 3—4×2—2,5× um 1 μ. Daneben möchten noch Stäbchen gleicher Länge vorhanden sein. Der ellipsoidische Zellkern liegt meist etwas hinter der Mitte. Auffällig ist die große Hauptvakuole („Reservoir"), die sich bis auf etwa $^1/_3$ der Körperlänge erstreckt. Eine Abbildung Carters (in Pringsheim l. c. Fig. 21A) zeigt eine viel kleinere Vakuole, während ein Bild Gards (in Gojdics l. c. Taf. 7, Fig. 3) als *E. limosa* wieder eine recht große Vakuole hat. Am Schlundrohr dieser Vakuole liegt, sie umfassend, das gürtelbandförmige, orangerote Stigma. Eine Geißel wurde nicht gesehen. Die nach außen führende Öffnung des Schlundes ist sehr eng (Fig. 8b).

Färbung mit Neutralrot zeigt in linksläufigen Spiralen unter der Pellicula angeordnete Schleimkörperchen. Bei Reizung werden vor allem am Hinterende, aber auch an anderen Körperteilen, Schleimfäden in großer Menge ausgestoßen. Das Ausstoßen geschieht, soweit beobachtet wurde, stets beim Zurückweichen der Zelle oder eines Teiles der Zelle, und die Schleimfäden bleiben gewissermaßen an der Stelle liegen, von der sich die Monade fortbewegt. Vielleicht ist das Ausstoßen des Schleimes mit an der Kriechbewegung beteiligt.

Euglen obtusa bewohnt in sehr großen Mengen die Schlickgebiete der Tidenhubzone. Sie bedeckt die feuchteren Teile des Schlicks oft weithin mit einer grünen Decke. In den mit Steinen eingefaßten Teilen des Weserflusses ist für sie kein Platz mehr, aber an allen Sielmündungen und vor allem in den Nebenarmen wie etwa beim Harrier Sand und in allen Ausbuchtungen des Flußlaufes, die periodisch mit Wasser bedeckt sind und einen Schlick haben, der nicht allzusehr bewegt ist, findet man sie in Mengen. In der Wümme kommt sie vor bis Kuhsiel, also noch in reinem Süßwasser, in der Hunte bis 12 km unterhalb Oldenburgs, in der Geeste nur bis dicht oberhalb Bremerhavens, hier aber in sehr großen Mengen. Gegen Verschmutzung ist sie unempfindlich und ebenso gegen die im Gebiet vorkommenden Schwankungen des Salzgehalts. Sie verlangt aber einen periodisch mit Wasser bedeckten und nicht allzu beweglichen Schlick. (Zur Ökologie vergl. auch S. 98.)

9. *Eu. pisciformis* Klebs. — L. c. S. 67 u. Fig. 10.

Diese stets leicht zu erkennende Art fand sich in der Weser und in sämtlichen Zuflüssen außer der Geeste, aber überall nur in wenigen Exemplaren.

10. *Eu. satelles* Braslawska-Spectorowa fa. — Gojdics 1953, S. 163 u. Taf. 33, Fig. 5. — Tafel 3, Abb. 9a, b.

Zellen zylindrisch, bei metabolischen Bewegungen auch abgeflacht, Hinterende stets abgerundet, Vorderende schwach verjüngt und schräg abgestutzt. Zellen 80—134 μ lang, 7—12 μ breit, sehr oft 80—85×7—8 μ. Vakuolenapparat ein langes und schmales Schlundrohr und eine kugelige Hauptvakuole enthaltend. Stigma gürtelbandförmig, um das Schlundrohr gelegen. Zellkern länglich, mehr oder weniger in der zweiten Körperhälfte liegend. Chromatophoren um 20, scheiben-

bis linsenförmig, um 6—9 μ breit, mit auch im Leben sichtbarem, nacktem Pyrenoid. Paramylon abgerundet stäbchenförmig, 0,7—1,5×1,5—4 μ oder quaderförmig, um 1×1,8×2,7 μ messend. Vereinzelt treten auch größere, bis 8 μ lange Stäbchen auf. Pellicula anscheinend glatt, Geißel trotz häufigeren Suchens nicht gesehen.

Die Form unterscheidet sich vom Arttypus dadurch, daß nach meinen Beobachtungen die Chromatophoren nicht gelappt waren (die Autorin gibt eine Lappung an, zeichnet aber ungelappte Chromatophoren) und daß das Pyrenoid in der Regel auch im Leben sichtbar ist.

Pringsheim (1956, S. 138) nennt Eu. satelles eine Eu. „deses without flagellum". Ich glaube, daß die hier vorliegende Form nicht zu *Eu. deses* gestellt werden kann. Die Zellen sind schlanker als bei dieser Art. Vor allem ist das Hinterende stets breit abgerundet und bleibt dies auch dann, wenn etwa die Monade sich mit ihm auf einem Substrat festsetzt und dann rotiert (im Gegensatz etwa zu dem von Eu. obtusa). Bei den metabolischen Bewegungen ist es sogar meist dicker als der übrige Teil der Zelle (Fig. 9b auf Taf. 3). Weiter ist das Paramylon anders als bei *Eu. deses,* die Zahl der Chromatophoren ist wesentlich geringer als dort. Diese Unterschiede in ihrer Gesamtheit zwingen, die beiden Formen getrennt zu führen. (Vergl. Taf. 3, Fig. 9 und 10.)

Die Art ist neben *Eu. deses* in die Pringheimsche Gruppe der *Serpentes* zu stellen. Pringsheim sagt allerdings, daß die Formen dieser Gruppe sich nicht mit dem Hinterende festsetzen, was *Eu. satelles* sehr viel tut, aber das gleiche sieht man auch oft bei der zu dieser Gruppe gehörenden *Eu. mutabilis,* und Skuja bildet den Vorgang auch ab (1956, Taf. 50, Fig. 3).

Bei schmaleren Zellen von *Eu. satelles* erreichen die Chromatophoren oft die Zellbreite oder sind auch etwas breiter. Dann liegen sie gebogen der Wandung an, und die Zelle erinnert an *Eu. mutabilis.* Bei dieser ist die Zahl der Chromatophoren aber stets wesentlich geringer, und sie hat ein zugespitztes Hinterende.

Euglena satelles ist ein treuer Begleiter von *Eu. obtusa,* und ihr Vorkommen deckt sich fast mit dem jener Art. Nur scheint sie etwas empfindlicher gegen Salz zu sein, in der Wesermündung fehlt sie. Sonst findet man in jeder Probe, die reichlich *Eu. obtusa* enthält, stets auch *Eu. satelles,* allerdings immer in wesentlich geringerer Anzahl, oft nur einige Individuen. In Proben, die keine *Eu. obtusa* enthielten, fand ich die Art nie.

11. *Eu. sociabilis* Dangeard. — Pringsheim 1956, S. 77 u. Fig. 17. Skuja 1956, S. 230 u. Taf. 40, Fig. 10—12.

62—80 μ lang und 14—16 μ breit. Die fast körperlange Geißel schlägt der ganzen Länge nach. Die Pellicula ist kräftig spiralig gestreift mit um 10 Streifen in 10 μ. Die Art unterscheidet sich von *Eu. velata* durch die geringere Größe und die viel tiefer gelappten Chromatophoren. Die genaue Form der Chromatophoren ist schwer zu erkennen. Skuja sagt noch 1948 (S. 188), daß die Chromatophoren von *Eu. sociabilis* weniger gelappt sind als die von *Eu. velata,* zeichnet aber 1956 (Taf. 50, Fig. 10—12) für die Art Chromatophoren mit bandförmigen Lappen und nennt auch im Text bandförmige Chromatophoren. Diesem Typus entsprechen die mir vorliegenden Formen, und zwar gehören sie der Größe nach zu dem kleineren der von Skuja genannten beiden Typen. — Auch *Eu. polymorpha* unterscheidet sich von unserer Art unter anderem durch die schwächere Lappung der Chromatophoren. Vor allem aber bewohnt diese ökologisch ganz andere Habitate (vergl. Behre 1956, S. 321).

Die Art gehört, wie *Eu. satelles,* in den untersuchten Flüssen zu der *Eu. obtusa*-Assoziation, hat aber doch eine andere ökologische Valenz als diese beiden Arten, indem sie sich besonders in den Süßwasservorkommen der Assoziation anreichert, am meisten findet man sie daher auf dem Schlick in den Überlaufbuchten der Wümme, weniger in der Lesum, der Geeste und der Weser. Gegen Seewasser

scheint sie noch empfindlicher zu sein als *Eu. satelles*. Auch sie fehlt im Lunesiel, und im Nebenarm der Weser beim Harrier Sand, wo *Eu. satelles* noch häufig ist, fand ich *Eu. sociabilis* nur noch in einer Probe in einer Reihe von Exemplaren.

12. *Eu. spirogyra* Ehrenb. — Pringsheim 1956, S. 53 u. Fig. 4—5.

Zur Art ist auch *Eu. fusca* (Klebs) Lemm. gerechnet, die sich nicht von ihr trennen läßt. — In allen Flüssen sehr vereinzelt, nur in der Hunte etwas häufiger.

13. *Eu. splendens* Dang. — L. c. S. 95 u. Fig. 23.

Die Abwesenheit von Pyrenoiden konnte nicht immer mit Sicherheit nachgewiesen werden. — Ganz vereinzelt in der Wümme und in der Hunte.

14. *Eu. subehrenbergii* Skuja. — Skuja 1948, S. 192 u. Taf. 23, Fig. 9—11.

Größe 190×16×11 μ. Ich glaube mit Skuja und im Gegensatz zu Pringsheim (1956, S. 138), daß diese Art von *Eu. Ehrenbergii* getrennt werden muß. Schon die becherförmige Einbuchtung am Hinterende, die bei den von mir gesehenen Exemplaren noch tiefer ist, als Skuja sie zeichnet, und die bei allen metabolen Bewegungen erhalten bleibt, ist sehr kennzeichnend. — In Hamme und Wümme je mehrere Exemplare.

15. *Eu. terricola* (Dang.) Lemm. — Skuja 1956, S. 228 u. Taf. 40, Fig. 4—7.

Pringsheim (1956, S. 114) will die Art zu einer Varietät von *Eu. geniculata* machen. Seine Kulturen zeigen aber doch, daß die *terricola*-Stämme deutliche Unterschiede gegenüber den eigentlichen *geniculata*-Stämmen aufweisen, nicht nur in der Zellform, die mit von der Art der Fortbewegung abhängt, sondern auch im Verhalten, indem die *terricola*-Stämme auf dem Grunde kriechen, während die *geniculata*-Stämme in freiem Wasser schwimmen, und ebenso in der Anordnung der Chromatophoren, die bei *Eu. terricola* viel undeutlicher von zwei Zentren ausgeht und auch häufiger drei Zentren hat. Gerade dies letztere sah ich in der Natur sehr oft bei den Stämmen, die auf dem Grunde kriechen. Daher möchte ich mich der Auffassung Skujas anschließen und diese beiden Formen getrennt halten. — Die Art hat ihr Hauptverbreitungsgebiet in stärker verschmutzten Gewässern. Sie findet sich vereinzelt in den Überlaufbuchten der Wümme und in größerer Zahl in den am stärksten verschmutzten Teilen der Hunte, in Oldenburg.

16. *Eu. texta* (Duj.) Hübner. — Skuja 1948, S. 193 und Tafel 23, Fig. 14—16.

Sehr vereinzelt in Hamme, Wümme und Lesum.

17. *Eu. tripteris* (Duj.) Klebs. — Pringsheim 1956, S. 58 u. Fig. 6.

Die Art ist in stärker verschmutzten Gewässern häufiger, tritt aber auch dort fast immer nur vereinzelt auf. — In Hamme, Wümme, Hunte und Weser jeweils vereinzelt, meist nur in ganz wenigen Exemplaren.

18. *Eu. viridis* Ehrenb. — L. c. S. 102 u. Fig. 26.

In der Geeste ganz vereinzelt und nur im Plankton gefunden, in der Wümme und der Hunte spärlich, in der Lesum und der Unterweser mäßig häufig. — Die Art ihres Vorkommens in diesen Gewässern sagt über den bekannten saproben Charakter der Alge nichts aus, wohl aber zeigt sie eine deutliche Empfindlichkeit gegenüber Salzwasser.

19. *Lepocinclis Marssonii* Lemm. emend. Conrad. — Huber-Pestalozzi 1955, S. 190 u. Taf. 26, Fig. 119.

Ein Einzelfund in der Wümme.

20. *L. ovum* (Ehrenb.) Lemm. — L. c. S. 147 u. Taf. 29, Fig. 143.

Mehr oder weniger vereinzelt im gesamten Hamme-Wümme-Lesum-System und in der Hunte, einige Exemplare in der Weser.

— — var. *dimidio-minor* Defl. — L. c. S. 151 u. Taf. 30, Fig. 151—152.

Je einige Male in Hamme, Wümme und Hunte.

21. L. *Steinii* Lemm. emend. Conrad. — L. c. S. 141 u. Taf. 26, Fig. 122.

Sehr vereinzelt in Hamme und Wümme.

22. *Colacium vesiculosum* Ehrenb. — L. c. S. 127 u. Taf. 24, Fig. 112.

Einige Male im Plankton der Geeste.

23. *Phacus acuminatus* Stokes. — Pochmann 1942, S. 141ff u. Fig. 32.

Die gefundenen Individuen wurden nicht auf die Pochmannschen Unterarten verteilt, da diese der Mannigfaltigkeit der Formen keine Rechnung tragen (vergl. auch Behre 1956, S. 323). — Vereinzelt in Hamme und Wümme, etwas häufiger in der Hunte, ein Einzelfund in der Weser.

24. *Ph. aenigmaticus* Drez. — L. c. S. 136 u. Fig. 23 u. 24.

Je ein oder wenige Exemplare in Wümme, Lesum, Geeste und Hunte.

25. *Ph. agilis* Skuja. — L. c. S. 134 u. Fig. 21.

Etwas größer als bei Pochmann: 22×14×8 μ. Sehr typisch sind die beiden Paramylonkalotten. Die Zelle hat zahlreiche kleine Chromatophoren. Die Längsrinne ist wohl etwas flacher als nach den Bildern bei Pochmann. — Mehrere Exemplare im Küstenkanal.

26. *Ph. Arnoldi* Swir. — L. c. S. 216 u. Fig. 130.

Paramylon nicht wie bei Swirenko gelagert (Pochmanns Figur 130b), sondern wie bei Skuja (Fig. 130a). An der Stelle, wo bei Swirenko das große Paramylonkorn gezeichnet ist, befindet sich der Zellkern, wie es auch die Abbildung Skujas zeigt. — Ein Einzelfund in einem Nebenarm der Hamme.

27. *Ph. brachykentron* Pochm. — L. c. S. 145 u. Fig. 33. — Tafel 3, Abb. 11.

Mehrere Exemplare aus der Hunte in Oldenburg.

28. *Ph. caudatus* Hübner. — L. c. S. 146 u. Fig. 35. — Tafel 3, Abb. 13a—d.

Gezeichnet sind einige Formen der im ganzen doch recht variablen Art. Der Stachel ist oft schärfer abgesetzt als bei den Figuren Pochmanns, und die Streifung ist oft enger. — Gehört zu den häufigeren Arten der Gattung. In Hamme, Wümme, Lesum und Geeste vereinzelt, in der Hunte etwas häufiger, in der Weser wieder vereinzelt.

29. *Ph. circulatus* Pochm. — L. c. S. 177 u. Fig. 77. — Tafel 3, Abb. 15.

Ein Exemplar von 38 (ohne Stachel 30)×30 μ in einer Überlaufbucht der Wümme. Es ist etwas größer als die Form Pochmanns, da es aber kreisrund ist und in der Polansicht flacher als *Ph. orbicularis*, so stelle ich es hierher.

30. *Ph. circumflexus* Pochm. — L. c. S. 206 u. Fig. 119.

Die Zellen sind gebogen, aber auch leicht tordiert. Die Art steht *Ph. tortus* sehr nahe. — Einige Individuen in der Wümme und ein Einzelfund in der Unterweser.

31. *Ph. curvicauda* Swir. — L. c. S. 115 u. Fig. 49—50.

Typisch. Die beiden Paramylonkugeln sind sehr kennzeichnend für die Art. — Je einmal in der Hunte und in der Lune.

32. *Ph. formosus* Pochm. — L. c. S. 149 u. Fig. 38.

Typisch. — Ein Exemplar in der Hunte. In benachbarten Gewässern mehrfach gefunden.

33. *Ph. longicauda* (Ehrenb.) Duj. — L. c. S. 199 u. Fig. 108—114.

Eine Verteilung der Formen auf die Pochmannschen Unterarten wurde unterlassen, da die gefundenen Individuen meistens Zwischenformen zwischen diesen Typen darstellten. — Vereinzelt in Hamme, Wümme, Geeste und Hunte.

34. *Ph. mirabilis* Pochm. — L. c. S. 229 u. Fig. 147.

Einige Male in der Hunte in Oldenburg.

35. *Ph. orbicularis* Hübner. — L. c. S. 178 u. Fig. 78—79. — Tafel 3, Abb. 16.

Größe 44—75 (ohne Stachel 38—61)×29—46×15—20 μ. Die Zellen sind in Polansicht dreieckig. — Sehr vereinzelt in Hamme, Wümme, Lesum und Hunte.

36. *Ph. oscillans* Klebs. — L. c. S. 130 u. Fig. 16.

Typisch. — Je einmal in Hamme und Hunte, einige Male in der Lesum.

37. *Ph. platalea* Drez. — L. c. S. 179 u. Fig. 80.

Sehr vereinzelt in Hamme und Geeste. Etwas häufiger in den Armen der Hunte.

38. *Ph. platyaulax* Pochm. — L. c. S. 165 u. Fig. 61—64.

Zellen 34—40 (ohne Stachel 32—37) × 24—29 μ. In typischer Ausbildung. Sehr vereinzelt in der Hamme, Wümme, Geeste und Hunte, in der Weser nur flußaufwärts des Wehres.

39. *Ph. pleuronectes* (O. F. M.) Duj. — L. c. S. 180 u. Fig. 82—84.

Wenn man mit Pochmann nur die Formen zur Art rechnet, die ein größeres und ein kleineres Paramylonkorn konzentrisch übereinander liegen haben, so ist *Ph. pleuronectes* nicht mehr die häufigste Art der Gattung. — In der Hamme und Geeste nur je einige Exemplare, in der Wümme und vor allem in den Armen der Hunte wesentlich häufiger, in der Weser ganz vereinzelt.

40. *Ph. polytrophos* Pochm. — L. c. S. 128 u. Fig. 15.

23 μ lang, 12—13 μ breit, fast drehrund. Mit einem sehr großen Paramylonkorn und mehreren kleineren. Reichlich plump für die Art, gehört aber wohl noch hierher. — Bei einem Besuch nicht selten in den Armen der Hunte.

41. *Ph. pseudonordstedtii* Pochm. — L. c. S. 219 u. Fig. 134—135.

Vereinzelt in der Lesum und in der Hunte.

42. *Ph. pyrum* (Ehrenb.) Stein. — L. c. S. 216 u. Fig. 130—132.

Je einmal in Hamme und Lesum, vereinzelt in den Armen der Hunte.

43. *Ph. rudicula* Pochm. — L. c. S. 227 u. Fig. 146. — Tafel 3, Abb. 12, fa.

Gezeichnet eine besonders schmale Zelle, die erkennen läßt, wie von den acht vorhandenen Rippen sich vier auf der Oberseite und vier auf der Unterseite am Vorderende der Zelle zu einem Strudel vereinigen. — Vereinzelt in Wümme und Hunte, je einmal in der Lesum und der Weser. In stärker verschmutzten Gewässern kann die Art sehr häufig sein.

44. *Ph. Skujai* Skvortz. — L. c. S. 128 u. Fig. 14. — Tafel 3, Abb. 14a, b.

Zellen 22—29×8—11×um 5 μ. — Mehr oder weniger vereinzelt in Hamme, Wümme und Hunte.

45. *Ph. suecicus* Lemm. — L. c. S. 233 u. Fig. 155—157.

Einmal in der Hamme.

46. *Ph. tortus* (Lemm.) Skvortz. — L. c. S. 209 u. Fig. 121—122.

Vereinzelt in Wümme, Hunte, Geeste und Unterweser.

47. *Ph. triqueter* (Ehrenb.) Duj. — L. c. S. 188 u. Fig. 92.

Wenn man *Ph. pleuronectes* auf die Formen mit zwei konzentrischen Paramylonkörnern beschränkt, so kann man *Ph. triqueter* nicht als das Endglied einer Entwicklung von *Ph. pleuronectes* ansehen, wie es geschieht, und man kann auch nicht zahlreiche Übergänge zwischen den beiden Arten finden (vergl. Pochmann S. 190 und Huber-Pestalozzi 1956, S. 214); denn *Ph. triqueter* hat mindestens sehr häufig

ganz anderes Paramylum. Man vergleiche die Abbildungen bei Pochmann. Auch ich sah *Ph. triqueter* meist mit mehreren getrennt liegenden Paramylonringen oder -scheiben. — Vereinzelt in Wümme, Geeste und Hunte.

48. *Trachelomonas abrupta* Swir. emend. Defl. — Huber-Pestalozzi 1955, S. 320 u. Taf. 69, Fig. 628.

Das Gehäuse mißt 24—29×11—19 μ. Um zehn Chromatophoren ohne Pyrenoid sind vorhanden. — In der Hamme spärlich, in Wümme und Hunte vereinzelt.

— — var. *minor* Defl. — L. c. S. 320 u. Taf. 69, Fig. 629.

Gehäuse 17—22×9—11 μ. — Vereinzelt in der Hamme.

49. *Tr. anguste-ovata* Conrad fa. — L. c. S. 297 u. Taf. 64, Fig. 532 — Tafel 4, Abb. 1.

In der Hamme ein leeres Gehäuse von 30×16 μ. Statt der Stacheln sind Warzen vorhanden, und der Kragen steht etwas nach innen vor, aber die Art ist trotzdem gesichert.

50. *Tr. armata* (Ehrenb.) Stein. — L. c. S. 308 u. Taf. 67, Fig. 582. — Tafel 4, Abb. 2.

Das Gehäuse des gezeichneten Exemplares mißt 32×25 μ. Die Zelle hat zahlreiche Chromatophoren. Pyrenoide sah ich nicht. — Bei mehreren Besuchen jeweils vereinzelt in der Hamme.

— — fa. *coronata* Defl. — L. c. S. 309 u. Taf. 67, Fig. 584.

Das einzige in der Hamme gesehene Individuum hatte 15 Chromatophoren, wohl ohne Pyrenoid.

— — var. *Steinii* Lemm. emend. Defl. — L. c. S. 309 u. Taf. 67, Fig. 585.

Gehäuse 40 (ohne Stacheln 35)×29 μ. — Ein Einzelfund in der Neuen Hunte.

51. *Tr. bacillifera* Playfair fa. *obovoidea* n. fa. — Tafel 4, Abb. 4.

Das einzige in der Hamme gefundene leere Gehäuse mißt 24×24 μ. Es unterscheidet sich von den übrigen Formen dieser Art durch eine ringförmige Verdickung um den Porus sowie dadurch, daß es nach hinten schwach verjüngt ist.

52. *Tr. curta* Da Cunha emend. Defl. — L. c. S. 269 u. Taf. 59, Fig. 425. — Tafel 4, Abb. 6.

Gehäuse 16—22 μ lang und 21—24 μ breit. Die Art soll nach der Diagnose 10—12 Chromatophoren haben, in der Abbildung 425a sind aber 16 gezeichnet. Ich zählte um 20 Chromatophoren. Die Kragenöffnung ist in meinem Material weiter als nach den Abbildungen bei Huber-Pestalozzi. — Jeweils bei mehreren Besuchen ziemlich vereinzelt in der Hamme und Hunte, einmal in der Geeste.

53. *Tr. cylindrica* Ehrenb. emend. Playfair. — L. c. S. 290 u. Taf. 63, Fig. 502.

Gehäuse 17—19×8—11 μ, Kragen immer sehr niedrig. — Vereinzelt in der Hamme.

— — var. *decollata* Playfair. L. c. S. 290 u. Taf. 63, Fig. 503.

Gehäuse 15—18×8—9 μ. — Je einmal in Hamme und Wümme.

54. *Tr. Dangeardiana* Defl. — L. c. S. 311 u. Taf. 68, Fig. 594. — Tafel 4, Abb. 5.

Das einzige in der Hamme gefundene leere Gehäuse maß 42 (ohne Stachel 38)× 32 (30) μ. Es war tief braunschwarz. Die Stacheln waren spitzer als in den Abbildungen bei Huber-Pestalozzi.

55. *Tr. dubia* Swir. emend. Defl. — L. c. S. 334 u. Taf. 72, Fig. 696.

Das Gehäuse war glatt und gelbbraun. Es maß 23×12 μ. — Ein Einzelfund in der Hamme.

56. *Tr. Dybowskii* Drez. — L. c. S. 280 u. Taf. 61, Fig. 465—466. — Tafel 4, Abb. 3.

Gehäuse 17—24×13—20 μ. Chromatophoren mit Pyrenoid. Ihre Zahl war nicht festzustellen, ist aber nicht sehr groß. — Je einmal in Hamme, Wümme und Weser.

57. *Tr. hispida* (Perty) Stein emend. Defl. — L. c. S. 295 u. Taf. 63, Fig. 520.

In den Mittelläufen der Zuflüsse ziemlich häufig, vor allem in den Armen der Hunte oberhalb Oldenburgs und in der Hamme oberhalb der Schleuse. In der Wümme und Geeste spärlicher, auch hier fast nur im Mittellauf. Im Mündungsteil der Zuflüsse, in der Lesum und der Weser nur ganz vereinzelt. Vielleicht empfindlich gegen Industrieverschmutzung.

— — var. *coronata* Lemm. — L. c. S. 296 u. Taf. 64, Fig. 525.

Vereinzelt im Mittellauf der Geeste.

— — var. *punctata* Lemm. — L. c. S. 295 u. Taf. 63, Fig. 521.

Leere Gehäuse dieser Form können verwechselt werden mit denen von *Tr. zorensis*. — Vorkommen ähnlich wie die Hauptart, aber im ganzen weniger häufig. Spärlich in den Huntearmen oberhalb Oldenburgs, in der Hamme und im Mittellauf der Wümme, vereinzelt in den Mündungsteilen dieser Flüsse und in der Lesum, der Geeste und der Weser.

58. *Tr. intermedia* Dang. — L. c. S. 280 u. Taf. 61, Fig. 467.

Gehäuse 17—19×14—15 μ. Bei mehreren Besuchen ziemlich vereinzelt in der Hamme.

59. *Tr. lacustris* Drez. — L. c. S. 290 u. Taf. 63, Fig. 504.

Vereinzelt in der Hamme, Wümme und Geeste, etwas häufiger in der Hunte oberhalb Oldenburgs, einmal in der Weser.

60. *Tr. macropunctata* (Skvortz.) Defl. — L. c. S. 281 u. Taf. 61, Fig. 469.

Der Kragen des Gehäuses ist um 4 μ lang und am Rande gezähnelt. — Vereinzelt in der Hamme.

61. *Tr. oblonga* Lemm. — L. c. S. 278 u. Taf. 61, Fig. 459.

In der Hamme vereinzelt, in der Hunte oberhalb Oldenburgs etwas häufiger, unterhalb vereinzelt, in der Weser ganz vereinzelt.

— — var. *australica* Playfair. — L. c. S. 280 u. Taf. 61, Fig. 462.

Gehäuse in der Draufsicht fast viereckig, 19×16 μ. — Einmal in der Hamme.

62. *Tr. obovata* Stokes emend. Defl. var. *Klebsiana* Defl. — L. c. S. 316 u. Taf. 69, Fig. 617—618. — Tafel 4, Abb. 7a—c.

Gehäuse 26—33 (ohne Kragen 25—31)×18—19 μ. Die Variabilität des Gehäuses ist noch größer als bei Hufer-Pestalozzi angegeben. Es kann sehr verschieden dick und sehr verschieden stark mit Warzen bedeckt sein. Der Kragen kann sehr groß sein oder ganz fehlen und durch einen Ring ersetzt sein. Die beiden Figuren a und b zeigen etwa zwei Extremfälle. Die Streifung des Gehäuses ist bei starker Vergrößerung immer zu erkennen. Sie soll von links nach rechts laufen. Meist liegen die Skrobikelreihen aber so, daß die Streifung nach beiden Richtungen gelesen werden kann. (Fig. c) — Die in Fig. 7a gezeichnete Form hat keine Chromatophoren, aber noch ein Stigma. Paramylon kann anscheinend vorhanden sein oder fehlen. — Da mehrfach leere Gehäuse vorlagen, ist es möglich, daß auch der Arttypus (mit Chromatophoren) neben der Varietät vertreten war. — Nicht selten in der Hamme, je einmal in Hunte und Geeste.

63. *Tr. pseudocaudata* Defl. — L. c. S. 351 u. Taf. 75, Fig. 755. — Tafel 4, Abb. 8a, b.

Gehäuse 35—43×21—24 μ. Porus ohne ringförmige Verdickung. Statt der Stacheln sind Graneln vorhanden. Die Zahl der Chromatophoren beträgt 12—20. — Ganz vereinzelt in Wümme, Lesum und im Küstenkanal.

64. *Tr. pulcherrima* var. *minor* Playfair. — L. c. S. 289 u. Taf. 62, Fig. 500.

Gehäuse 16—18×8—10,5 μ. — Je einmal in Hamme, Wümme und Hunte.

65. *Tr. rugulosa* Stein. — L. c. S. 263 u. Taf. 58, Fig. 401.

Ziemlich vereinzelt in Hamme und Hunte, einmal in der Lesum.

66. *Tr. scabra* Playfair. — L. c. S. 323 u. Taf. 70, Fig. 646. — Tafel 4, Abb. 9.

Gehäuse 24 (ohne Kragen 22) ×16,5 μ. Das Gehäuse ist mehr warzig und buckelig als rauh. — Einige Male in der Hamme.

67. *Tr. splendidissima* Middelh. — L. c. S. 287 u. Taf. 62, Fig. 487c. — Tafel 4, Abb. 13.

Gehäuse 26 (ohne Kragen 23) ×17 μ, Kragen 3,5 μ hoch und 5 μ breit. Gehäuse also etwas kleiner als bei Middelhoek. Die Graneln sind etwas größer und weniger zahlreich. Die Zahl der Chromatophoren ist geringer, es sind 6 statt 12. — Einmal an einem schwimmenden Anleger in der Unterweser.

68. *Tr. Stokesiana* Palmer. — L. c. S. 264 u. Taf. 58, Fig. 407.

Vereinzelt in der Hamme, Wümme, Geeste und in mehreren Armen der Hunte.

69. *Tr. tuberculata* Middelh. — L. c. S. 274 u. Taf. 60, Fig. 457A.

Typisch. Ein leeres Gehäuse in der Wümme.

70. *Tr. varians* Defl. — L. c. S. 256 u. Taf. 57, Fig. 366. — Tafel 4, Abb. 10.

Gehäuse 24—26×19—24 μ. Röhre 3—6 μ nach innen vorspringend. Zahlreiche Chromatophoren. Keine Pyrenoide gesehen. — Vereinzelt je bei mehreren Besuchen in der Hamme und Hunte.

— — fa. *globosa* Defl. — L. c. S. 256 u. Taf. 57, Fig. 369.

Einige Male in der Hamme und der Unterweser.

71. *Tr. volvocina* Ehrenb. — L. c. S. 251 u. Taf. 56, Fig. 349.

Leere Gehäuse sind im allgemeinen nicht zu unterscheiden von denen von *Tr. volvocinopsis*. — Nicht selten in der Wümme. Mäßig häufig in Hamme und Hunte, vereinzelt im Mittellauf der Geeste, in der Lesum und der Weser.

— — var. *derephora* Conrad. — L. c. S. 252 u. Taf. 56, Fig. 350.

Einmal eine typische Zelle in der Lune.

72. *Tr. volvocinopsis* Swir. — L. c. S. 253 u. Taf. 56, Fig. 358. — Tafel 4, Abb. 11.

Das kugelige Gehäuse mißt 16—21 μ. Meist hat der Porus eine ringförmige Verdickung, in einigen Fällen wurde aber auch ein kleiner Kragen beobachtet. 10—15 Chromatophoren ohne Pyrenoid sind vorhanden. — Im ganzen wohl etwas weniger häufig als *Tr. volvocina*. Vereinzelt in der Wümme und Lesum, mäßig häufig in der Hamme und Hunte, einige Male in der Unterweser.

73. *Tr. Volzii* var. *cylindracea* Playfair. — L. c. S. 334 u. Taf. 92, Fig. 694. — Tafel 4, Abb. 12.

Gehäuse glatt, gelbbraun, 30 (ohne Kragen 26) × 14 μ. — Von dieser bisher nur aus Australien bekannten Form wurde ein leeres Gehäuse im Osternburger Kanal gefunden.

74. *Tr. zorensis* Lef. — L. c. S. 320 u. Taf. 69, Fig. 627.

Leere Gehäuse lassen sich oft nicht unterscheiden von denen von *Tr. hispida* var. *punctata*. — In der Hamme und Wümme spärlich, in der Lesum, in der Hunte

oberhalb Oldenburgs und im Mittellauf der Geeste vereinzelt, in der Unterweser nur ganz wenige, zum Teil unsichere Exemplare.

75. *Strombomonas verrucosa* var. *zmiewika* (Swir.) Defl. — L. c. S. 370 u. Taf. 77, Fig. 791. — Tafel 4, Abb. 14.

Gehäuse 43—44×24 μ, Öffnung 5 μ breit. — Je einige Male in Hamme und Wümme.

76. *Astasia curvata* E. G. Pringsheim. — L. c. S. 423 u. Taf. 84, Fig. 876. — Tafel 4, Abb. 15.

Der Körper kann drehrund sein oder auch in dem Sinne abgeflacht, daß die in unserer Abbildung gezeigte Seite die Schmalseite ist. — Einige Male im Plankton und im Litoral der Hunte oberhalb Oldenburgs. — In frischem Untersuchungsmaterial fanden sich nur ganz vereinzelt andere, nicht bestimmte Formen dieser schwierigen Gattung.

77. *Rhabdomonas incurva* Fresenius. — L. c. S. 451 u. Taf. 92, Fig. 931.

Größe 18—25×6—7 μ, nur jeweils 2—3 Membranstreifen in der Draufsicht. — Einige Male in der Hunte und der Geeste.

78. *Peranema curvicauda* Skuja. — Skuja 1948, S. 231 u. Taf. 27, Fig. 27—28.

Einige Monaden, die wohl hierher gehören, in der Hunte oberhalb Oldenburgs.

79. *P. granuliferum* Penard. — Huber-Pestalozzi 1955, S. 476 u. Taf. 96, Fig. 964.

Zellen 12—14 μ lang. Geißel $2^1/_2$—3mal körperlang. — Einige Male in der Geeste und der Unterweser.

80. *P. inflexum* Skuja. — Skuja 1939, S. 143 u. Taf. 7, Fig. 33—35.

25—42 μ lang, 9—12 μ breit. — Neben einer Reihe von Zellen, die sicher zur Art gehören, fanden sich andere unsicherer Zugehörigkeit, die meist etwas kleiner waren und die Abstutzung am Hinterende nicht erkennen ließen. Sie wurden im folgenden nicht mit berücksichtigt. — Vereinzelt in Hamme und Wümme, nicht selten in der Hunte, in der Weser nur wenige gesicherte Exemplare.

81. *P. pleururum* Skuja. — Skuja 1948, S. 232 u. Taf. 27, Fig. 17—20.

In typischer Ausbildung. — Vereinzelt in allen Flüssen außer der Hamme.

82. *P. trichophorum* (Ehrenb.) Stein. — Huber-Pestalozzi 1955, S. 473 u. Taf. 95, Fig. 959.

In sämtlichen untersuchten Flüssen spärlich bis mäßig häufig. Stets häufiger als die vorhergehenden Arten.

83. *Urceolus sabulosus* Stokes? — L. c. S. 482 u. Taf. 97, Fig. 978b.

35—40 μ lang, 16—20 μ breit. Geißel gut körperlang. Die Maße sind etwas kleiner als bei Stokes und entsprechen etwa den von Playfair für Australien angegebenen. — Die Zellform ist meist etwas plumper und vor allem ist das Hinterende meist etwas breiter abgerundet als die Figur von Stokes zeigt, aber eine Spitze ist am Hinterende immer vorhanden. — Einmal in der Lesum und in der Hunte und etwa ein halbes Dutzend Mal im Weserplankton. — Außer dieser Art fand sich mehrfach noch eine andere, deren Zellen wesentlich kleiner und so stark mit Sandkörnchen bedeckt waren, daß man die Zellform nicht erkennen konnte. Auch die lang vorgestreckte Geißel, die mit Spitzenbewegung arbeitet, trug kleine Körnchen.

84. *Petalomonas abscissa* var. *convergens* Klebs. — L. c. S. 500 u. Taf. 101, Fig. 1021.

In typischer Ausbildung. Zellen 16—18×14—16 μ. — Einmal in der Wümme und etwa ein halbes Dutzend Mal im Weserplankton.

85. *P. involuta* Skuja. — Skuja 1939, S. 133 u. Taf. 8, Fig. 26—27.

In typischer Ausbildung. Zellen 16—25×11—16×8—12 μ. Im Gebiet — auch außerhalb der untersuchten Flüsse — die häufigste Art der Gattung. In Hamme und Hunte vereinzelt, in Wümme und Weser spärlich.

86. *P. mediocanellata* Stein. — Huber-Pestalozzi 1955, S. 489 u. Taf. 98, Fig. 985.

Typisch. Die Zellgröße variiert sehr beträchtlich, sie war meist 16—32×11—24 μ, doch sah ich auch Individuen von 46×27×10 μ und anderseits solche von 13×8 μ, die in Polansicht die beiden Furchen zeigten. — Vereinzelt in Hamme, Hunte und Unterweser, in benachbarten Binnengewässern häufiger.

— — var. *disomata* (Stokes) Lemm. — L. c. S. 490 u. Taf. 98, Fig. 986.

Größe 15—20×8—9×4—5 μ. — Häufiger als der Typus und im allgemeinen gut von ihm zu unterscheiden. In der Weser und in sämtlichen Zuflüssen gleichermaßen vereinzelt.

87. *P. punctato-striata* Skuja. — Skuja 1939, S. 136 u. Taf. 8, Fig. 23—25.

Zellen 12×8 μ, Geißel fast doppelt körperlang. — Zwei Exemplare in der Hunte oberhalb Oldenburgs.

88. *P. Steinii* Klebs. — Huber-Pestalozzi 1955, S. 497 u. Taf. 100, Fig. 1010.

In typischer Ausbildung. 26—35×15—17 μ, Geißel 1—1½mal körperlang, mit Spitzenbewegung. Je einige Male in der Hamme, der Hunte und der Unterweser.

89. *Heteronema abruptum* Skuja. — Skuja 1939, S. 139 u. Taf. 9, Fig. 9—11.

Neben Zellen, die der Diagnose Skujas gut entsprachen, fanden sich auch solche, bei denen das Hinterende nicht abgestutzt war oder andere, bei denen die Streifen wenig deutlich waren. — Im Plankton der Unterweser vereinzelt, aber nicht selten, einige unsichere Zellen in Hamme und Wümme.

90. *H. acus* (Ehrenb.) Stein. — Huber-Pestalozzi 1955, S. 510 u. Taf. 103 u. 104, Fig. 1041.

Je ein oder einige Exemplare in der Wümme, Lesum, Hunte und Unterweser.

91. *H. globiferum* Stein? — L. c. S. 512 u. Taf. 104, Fig. 1047. — Tafel 4, Abb. 16.

Eine Monade, die der Steinschen Art entsprechen könnte, wurde einmal im Schlick der Tidenhubzone bei Blexen gefunden. Sie ist fast drehrund, spitz eiförmig, im ausgestreckten Zustande 40 μ lang und 17 μ dick, mäßig metabol, hat einen gut ausgebildeten Schlundapparat mit deutlichem Staborgan und zwei kontraktile Vakuolen. Die Mündung des Schlundes liegt etwas seitlich des Vorderendes. Der Zellkern befindet sich im Hinterende. Fast im ganzen Körper gleichmäßig verteilt liegen kugelige oder schwach ellipsoidische Paramylonkörner, wobei die kleineren und länglichen etwas mehr am Hinterende sind. Die Pellicula ist ziemlich fest, kräftig gestreift, fast gerippt, mit einem Streifenabstand von gut 2 μ. Die Schwimmgeißel ist fast 1½mal körperlang, die Schleppgeißel nicht ganz körperlang.

Wie weit unsere Form mit der Steinschen identisch ist, läßt sich schwer sagen. Weder die Figuren Steins (1878, Taf. 22, Fig. 54—56) noch die von Klebs (Süßwasserflora Heft 2, Fig. 355) lassen eine sichere Identifizierung zu, und auch die Diagnosen der Süßwasserflora und bei Huber-Pestalozzi sind zu allgemein. Sie treffen auf unsere Form zu, nur sollte die Geißel länger sein. Auch der Fundort unserer Form — im Brackwasser — führt uns nicht weiter, da Stein nicht angibt, woher sein Material stammt.

92. *H. leptosomum* Skuja. — Skuja 1939, S. 142 u. Taf. 9, Fig. 20—23.

Die Variabilität der Art ist hier im Gebiet größer als der Diagnose entspricht. (Vergl. auch Behre 1956, S. 327). Ich habe Zellen bis 80 μ Länge und 5,5 μ Dicke noch zur Art gerechnet. — In der Wümme und der Unterweser ganz vereinzelt.

93. *Notosolenus apocamptus* Stokes. — Huber-Pestalozzi 1955, S. 520 u. Taf. 106, Fig. 1064.

Typisch. Durch das abgestutzte Hinterende und das mehr zugespitzte Vorderende deutlich von der folgenden Art unterschieden. — Mai 1959 einige Male im Plankton der Lesum.

94. *N. obliquus* (Klebs) Skuja. — L. c. S. 523 u. Taf. 107, Fig. 1073.

Typisch. — Vereinzelt bis spärlich in Hamme, Wümme, Hunte, Geeste und im Plankton der Unterweser.

95. *N. ovalis* n. sp. — Tafel 4, Abb. 18a, b.

Monada achroa, non metabolica, applanata, ovalis, polis late rotundatis levissimeque retusis, a vertice visa latere ventrali convexo latereque dorsali paene concavo cum sulco longitudinali vadoso. Periplasto sat firmo, perspicue striato, striis sinistrorsis. Duobus flagellis inaequaliter longis in pharynge insertis, altero paene cellulae logitudini aeque longo, altero multo breviore solum 1/6 cellulae longitudinis. Cytoplasma incoloratum, in anticiore parte cellulae paene homogeneum, in posteriore parte plusminusve granulosum. Prope gulam tribus vacuolibus contractilibus. Stigma nullum. Nucleus in cellulae media parte situs. In posteriore parte duobus granulis paramylaceis ellipsoideis.

Long. cell. 19 µ, lat. 14 µ, crass. 5—6 µ.

Habitat in flumine Hunte prope Oldenburg.

Die Monade ist farblos, nicht metabolisch, abgeflacht, in der Draufsicht oval, mit breit abgerundeten und sehr schwach eingezogenen Enden, von vorne gesehen mit einer konvexen Bauchseite und einer beinahe konkaven Rückenseite mit einer flachen, medianen Längsfurche. Der Periplast ist ziemlich fest und deutlich gestreift mit linksläufigen Streifen. Zwei ungleich lange Geißeln sind im Schlund inseriert, die eine ist fast körperlang, die andere etwa 1/6 körperlang. Das Zytoplasma ist farblos, im vorderen Teil der Zelle fast homogen, im hinteren mehr granuliert. Die Schlundvakuole ist nur undeutlich gesehen. Neben ihr sind drei kontraktile Vakuolen. Ein Stigma fehlt. Der Zellkern liegt in der Zellmitte. Im hinteren Teil der Zelle befinden sich zwei ellipsoidische Paramylonkörner.

Gefunden wurde ein einzelnes Exemplar in der Hunte dicht unterhalb der Schleuse, die den Tidenhub begrenzt, zwischen *Prasiola calophylla* auf einem schwimmenden Laufsteg in der Spritzzone dicht über dem Wasserspiegel.

96. *Anisonema marinum* Skuja. — Skuja 1939, S. 121 u. Taf. 10, Fig. 12 und 13.

In einer Planktonprobe aus der Wesermündung fand ich eine Monade, die der Beschreibung Skujas für diese Art entspricht. Sie ist allerdings etwas kleiner als bei Skuja, nur 12 µ lang und 10 µ breit. Sie war die einzige Euglenine in den vier Planktonproben, die zwischen dem Rekumer Siel und der Wesermündung bei einer Reihenuntersuchung entnommen wurden.

97. *A. ovale* Klebs. — Huber-Pestalozzi 1955, S. 526 u. Taf. 107, Fig. 1077.

Die gefundenen Zellen stimmen mit der Abbildung von Klebs überein, sind aber etwas größer als dort: 12—16×7—9×4—5 µ. — Sehr vereinzelt in allen Flüssen außer der Hamme.

98. *A. prosgebium* Skuja. — Skuja 1939, S. 123 u. Taf. 10, Fig. 16—17.

Die bei weitem häufigste Art der Gattung, im Gebiete nicht nur im Brackwasser vorkommend. Spärlich bis mäßig häufig in Hamme, Wümme und Hunte, nur ganz vereinzelt in Lesum und Geeste, mäßig häufig in der Weser, auch oberhalb Bremens.

99. *A. strenuum* Skuja. — Skuja 1948, S. 222 u. Taf. 26, Fig. 15 und 17—18.

In Wümme und Hamme je einige Exemplare, die der Artbeschreibung entsprechen.

100. *Entosiphon obliquum* Klebs. — Huber-Pestalozzi 1955, S. 534 u. Taf. 109, Fig. 1103.

In der Weser und in allen Zuflüssen mehr oder weniger vereinzelt gefunden.

101. *E. ovatum* Stokes. — L. c. S. 533 u. Taf. 109, Fig. 1101.

Seltener als die vorige Art. — Sehr vereinzelt in Hamme, Wümme, Geeste und Unterweser.

102. *E. sulcatum* (Duj.) Stein. — L. c. S. 533 u. Taf. 109, Fig. 1099.

Sehr vereinzelt in Hamme, Hunte, Geeste und Unterweser.

103. *Dinema litorale* Skuja. — Skuja 1939, S. 145 u. Taf. 10, Fig. 29—31.

Etwas kleiner als bei Skuja: 69×26×19 μ, trotzdem sicher die Art. Schwimmgeißel körperlang, Schleppgeißel 1½mal körperlang. Sehr kennzeichnend der dreieckige Schlund auf der Unterseite und der dicke Periplast. — Einmal in der Wümme.

104. *Pseudamoeba planktonica* n. g. n. sp. — Tafel 4, Abb. 17a—f.

Pseudamoeba n. g.

Monadae unicellulares, nudae, achroae, sine chromatophoris, solitariae vel aggregatae in coloniis. Cellulis globosis vel leviter ellipsoideis, si in magno numero aggregatae sunt, etiam paulum applanatis, non metabolicis, pellicula levi et sat tenui instructis, flagellis gulaque nullis, ad duos polos oppositos cum fasciculo pseudopodiorum contractilium filiformium ramosorum usque ad duplum paene longiorum quam dimensio cellularum praeditis, interiore cum corpore paramylaceo magno semigloboso usque applanato-globoso in uno dimidio cellulae sito. Juxta corpus paramylaceum interdum complura corpora similia minora. In altero dimidio cellulae ad latus applanatum corporis paramylacei et plerumque in sinu huius corporis nucleus nucleolatus situs. Compluribus vacuolis contractilibus. Cytoplasmate incolorato homogeneo vel leviter granulato.

Multiplicatio fit bipartitione, qua in re etiam corpus paramylaceum dividitur et omnis cellula filia unum fasciculum pseudopodiorum retinet. Alterum fasciculum denuo formatur. Cellulae filiae interdum cohaerent et acervos plusminusve irregulares formant usque ad centum cellulas continentes. Acervis nonnumquam muco hyalino involutis. Pseudopodia tum e muco exsistunt.

Singulae cellulae et coloniae aequali motu vel per intervalla labuntur. Quomodo locomotio fiat, adhuc ignotum est.

Pseudamoeba planktonica n. sp.

Diam. cellularum 4—24 μ, plerumque 8—20 μ. Cetera ut in genere.

Habitat in Visurgi flumine et in affluentibus Visurgi fluminibus plerumque libere fluitans.

Einzellige, nackte, farblose Monaden, ohne Chromatophoren, einzeln oder in Kolonien lebend. Zellen kugelig oder leicht ellipsoidisch, in größeren Gruppen auch schwach gegeneinander abgeplattet, nicht metabolisch, mit einer ziemlich dünnen, glatten Pellicula, ohne Geißeln und ohne Schlund, an zwei einander gegenüber befindlichen Polen mit je einem Büschel von einziehbaren, fadenförmigen, verzweigten Pseudopodien, die bis fast doppelt so lang als der Zelldurchmesser sein können, im Innern mit einem großen, halbkugeligen bis abgeplattet kugeligen, meist einseitig gelagerten Paramylonkorn. Neben diesem sind manchmal mehrere ähnliche kleinere. In der anderen Zellhälfte liegt an der abgeflachten Seite des Paramylonkörpers und meist in einer Einbuchtung dieses Körpers der mit einem Nukleolus versehene Zellkern. Mehrere, manchmal zahlreiche kontraktile Vakuolen sind vorhanden. Das Zytoplasma ist farblos und homogen oder schwach granuliert.

Die Vermehrung geschieht durch Zweiteilung, wobei auch der Paramylonkörper geteilt wird und jede Tochterzelle ein Pseudopodienbüschel erhält. Das andere

Büschel wird neu gebildet. Die Tochterzellen bleiben manchmal zusammen und bilden dann mehr oder weniger unregelmäßige Zellhaufen von bis zu hundert Zellen. Diese Haufen sind manchmal von einem hyalinen Schleim eingehüllt. Die Zellen liegen in ihnen meist dicht, seltener mehr locker, wie es die Abbildung (Fig. 4f) darstellt. Die Pseudopodien schauen aus dem Schleim heraus.

Vor allem die einzelnen Zellen, aber auch die Kolonien können sich fortbewegen in einer langsamen und gleichmäßig gleitenden oder mehr ruckweisen Bewegung. Der Bewegungsmechanismus ist unbekannt.

Die Ernährung ist saprophytisch. Daneben wird vielleicht in geringem Umfang auch geformte Nahrung aufgenommen. Ganz vereinzelt sah ich an den Pseudopodien kleine Flagellaten haften. Im wesentlichen werden die Pseudopodien aber Schwebeorgane sein. Vielleicht sind sie auch bei der Aufnahme gelöster Nahrung beteiligt. An der Fortbewegung der Zelle haben sie keinen Anteil, sie werden bei der Zellbewegung ganz starr gehalten, und die Fortbewegung kann in Richtung der Achse zwischen den beiden Pseudopodienbüscheln erfolgen oder in einem beliebigen Winkel dazu. Auch bewegen sich Zellen und Kolonien, die ihre Pseudopodien eingezogen haben. Die Pseudopodien ändern ihre Form sehr langsam. Sie können untereinander zusammenfließen oder auch neue Verzweigungen bilden. Manchmal findet man ein Hauptpseudopodium mit mehreren Seitenästen, meist aber sind alle Pseudopodien dünn fadenförmig und mehr gleichartig.

Die kontraktilen Vakuolen, von denen stets mindestens drei oder vier vorhanden sind, liegen meist in der Nähe des Äquators zwischen den beiden Pseudopodienbüscheln. In einem Fall entleerte sich eine Vakuole alle 15 Sekunden.

Der große Inhaltskörper, den jede Zelle besitzt, ist ein fester Körper, der vor allem dann, wenn noch kleinere, gleichartige Körper neben ihm liegen, auch konkave Flächen mit eckigen Konturen hat. Auch in toten Zellen behält er seine Form. Er ist meist farblos und glänzend, gelegentlich aber gelblich bis bräunlich. Karminessig, Jodjodkalium, Methylenblau oder Sudanglycerin färben oder verändern ihn nicht. Ich nehme an, daß er eine paramylonartige Beschaffenheit hat. Daß er bei der Zellteilung mit geteilt wird, überrascht nicht, da Schiller wie Pochmann das gleiche bei anderen Paramylonkörnern gefunden haben, so Pochmann (1956, S. 132ff) bei *Phacus bucculentus*.

Die kleineren Zellen findet man meistens, wenn bei einer schnellen Zellteilungsfolge die Monaden in Gruppen zusammenbleiben. Hier erfolgt die nächste Teilung oft schon, wenn nach der vorhergehenden das zweite Pseudopodienbüschel noch nicht fertig ausgebildet ist, so daß dann jede Zelle oft nur ein solches Büschel zeigt. Aber auch die kleinsten Zellen haben das typische, große Paramylonkorn und sind daran auch bei schwacher Vergrößerung leicht als zur Art gehörig zu erkennen.

Vor allem wegen des paramylonartigen Inhaltskörpers nehme ich an, daß die Monade eine stark reduzierte Euglenine darstellt. Der Zellkern hat nicht die für Peridineen typische Knäuelstruktur. Mit Jod oder Karminessig, manchmal schon im Leben, zeigt er einen deutlichen Nukleolus. Die neue Form möchte in die Nähe der von Skuja (1948, S. 235) beschriebenen Familie der *Rhizaspidaceen* gehören, bei denen die Geißel auch durch Pseudopodien ersetzt ist. Sie weicht aber vor allem durch die kugelige Zellform und durch das Fehlen des Schlundes doch sehr von der Gattung *Rhizaspis* ab und stellt einen noch wesentlich stärker reduzierten Typ dar als diese.

Die Monade fand sich in der Weser und in sämtlichen untersuchten Zuflüssen, am häufigsten in Planktonproben, in denen sie vor allem im Frühjahr und im Sommer fast regelmäßig in größerer oder geringerer Zahl vorkam. Sie schwebt entweder frei im Wasser, oder sie sitzt an Detritusteilchen sowie an und in toten Krebsen und anderen Tieren. Sie fand sich auch in den etwas tieferen Schichten des Planktons, wo sie auch — zusammen mit farblosen Flagellaten — die absinkenden toten Kruster angreift, indem sie an Stellen, wo der Panzer schon zerstört ist, ins

Innere dieser Tiere eindringt. Auch hier sah ich in den Monaden keine Vakuolen mit geformter Nahrung.

Die Form wurde nicht nur im schwach brackigen Wasser im Unterlauf der untersuchten Flüsse gefunden, sondern sie war im Süßwasser ebenso häufig, vor allem in den Armen der Hunte oberhalb Oldenburgs und im Mittellauf der Wümme war sie überall vorhanden, während sie in der Geeste etwas weniger und in der Hamme nur vereinzelt gefunden wurde. Gegen mäßige Verschmutzung ist sie unempfindlich.

Chlorophyceae

Volvocineae

1. *Collodictyon triciliatum* Carter. — Pascher 1927, S. 114 u. Fig. 74.

Die Zellen sind mehr oder weniger kugelig oder häufiger lang gestreckt. Im letzteren Falle haben sie meistens einen Endfortsatz, seltener zwei und nur ganz vereinzelt drei Fortsätze. Als Nahrung dienen vor allem Einzeller aller Art, aber auch Fadenalgen. Eugleninen werden wohl bevorzugt (vergl. Pascher S. 114). Von vier Euglenen, die ich in einer untersuchten Probe fand, befanden sich drei in Körpern von *Collodictyon*, während von dem im übrigen artenreichen Plankton relativ sehr viel weniger gefressen war. — Vereinzelt im Plankton der Wümme und Hunte. Im Juli 1957 häufig in drei Planktonproben aus der Weser in Bremen und oberhalb Bremens, während die am gleichen Tage unterhalb Bremens entnommenen Proben die Art nicht enthielten.

2. *Hämatococcus pluvialis* Flotow emend. Wille. L. c. S. 129 u. Fig. 85 und 86.

Einmal im Lesumplankton.

3. *Chlamydomonas Aalesundensis* Pascher. — L. c. S. 304 u. Fig. 273.

Chromatophor in Scheiben aufgelöst, kein Pyrenoid vorhanden, das Stigma äquatorial, aber die Zellen sind kaum ellipsoidisch, sondern fast kugelig, im Mittel 17×15 μ messend. — Ganz vereinzelt im Weserplankton, wohl nur verschleppt. In stärker verschmutzten Gewässern im Gebiet häufiger.

4. *Chl. cingulata* Pascher. — L. c. S. 271 u. Fig. 230.

Typisch. Zellen 19—24×18—22 μ. Stigma äquatorial. Das Pyrenoid kann einen fast geschlossenen Ring darstellen, öfter ist es aber in Teile aufgelöst. — Vereinzelt in Hamme, Wümme und Lesum, für das Weserplankton von Lemmermann als Massenform angegeben (als *Chl. monadina)*, von mir dort in einer Reihe von Proben oberhalb und unterhalb Bremens gefunden, aber stets nur vereinzelt. In stärker verschmutzten Gewässern häufiger.

5. *Chl. incerta* Pascher. — L. c. S. 193 u. Fig. 131.

Bei mehreren Besuchen je ziemlich spärlich in der Wümme und der Lesum, vereinzelt auch in der Weser.

6. *Chl. Korschikoffia* (Korsh.) Pascher. — L. c. S. 308 u. Fig. 277a.

Die gefundenen Zellen waren nicht genau kugelig, sondern schwach länglich, im Mittel 21×18 μ. Die Membran ist dünn und hat eine breite, unscharf abgesetzte Papille. Vorne sind zwei kontraktile Vakuolen. Die Geißeln sind mindestens körperlang. Das strichförmige Stigma liegt nicht ganz so weit vorne wie bei den Abbildungen Paschers. — Diese für Sümpfe und Torfmoore angegebene Form fand sich bei zwei Besuchen in der Wümme in zahlreichen Proben in verschiedener Häufigkeit. Im Küstenkanal einige Male eine etwas unsichere Form, ganz vereinzelt auch in der Weser in Bremen.

7. *Chl. pertusa* Chodat. — L. c. S. 255 u. Fig. 212—213.

Diese schon von Lemmermann für das Weserplankton angegebene Art fand sich nur in zwei Exemplaren in der Wümme und in einem im Plankton der Weser oberhalb Bremens.

8. *Chl. Pertyi* Goroschankin. — L. c. S. 213 u. Fig. 159.

In sehr typischer Ausbildung. Auffallend die zahlreichen Vakuolen. — Bei mehreren Besuchen in geringer Zahl im Weserplankton oberhalb Bremens.

9. *Chl. platyrhyncha* Korsh. — L. c. S. 271 u. Fig. 229.

Die gefundenen Zellen unterscheiden sich vom Arttypus durch das äquatorial gelegene Stigma. — Einige Male in der Hunte oberhalb und unterhalb Oldenburgs.

10. *Chl. striata* Korsh. — L. c. S. 287 u. Fig. 250.

25×18,5 μ, mit vier Pyrenoiden. — Einmal eine typische Zelle im Weserplankton.

11. *Pteromonas angulosa* Lemm. — L. c. S. 365 u. Fig. 332.

Schon von Lemmermann für die Weser angegeben. In der Hamme ein Einzelfund, in der Wümme, Lesum und Geeste vereinzelt bis spärlich, in der Weser nur einige Exemplare.

12. *Gonium pectorale* Müller. — L. c. S. 418 u. Fig. 376—379.

Die Art vermehrt sich stark in alten Rohkulturen. In der Hamme, Lesum und Geeste vereinzelt, in der Wümme, Hunte und Weser mäßig häufig.

13. *G. sociale* (Duj.) Warming. — L. c. S. 420 u. Fig. 381—382.

Diese schon von Lemmermann für das Weserplankton angegebene Art wurde dort nur ganz vereinzelt gefunden, außerdem einige Male im Lesumplankton.

14. *Pandorina morum* (Müller) Bory. — L. c. S. 427 u. Fig. 387 u. 389, nicht 388.

In der Hamme, Lesum und Geeste vereinzelt, in der Wümme, der Hunte oberhalb Oldenburgs und der Weser mäßig häufig.

15. *P. Smithii* Chodat. — Bourrelly 1951b, S. 273. Abbildung Pascher 1927, Fig. 388 sowie G. M. Smith 1920, Taf. 16, Fig. 16—17, beides als *P. morum*.

Vereinzelt im Plankton der Weser.

16. *Eudorina charkowiensis* (Korsh.) Pascher. — Pascher 1927, S. 441 u. Fig. 402.

Eine Kolonie maß 93×80 μ. Die Grenze der Gallerthülle ist nicht so scharf abgesetzt, wie das Bild der Süßwasserflora zeigt. Die einzelnen Zellen sind 19 μ breit und 13 μ lang. Sie liegen dichter als bei *Eu. elegans*. Die Öffnung des glockenförmigen Chromatophors ist nicht rund, sondern länglich. Die „Streifung" des Chromatophors besteht aus rippenförmigen Verdickungen. Das Stigma ist in den Zellen des Vorderendes 2,7 μ groß, bei den Zellen des Hinterendes der Kolonie ist es nicht mehr zu erkennen. — Vereinzelt im Plankton der Wümme, Lesum und Unterweser.

17. *Eu. elegans* Ehrb. — L. c. S. 440 u. Fig. 394—401.

Das Vorkommen dieser Art in den untersuchten Flüssen ist fast das gleiche wie bei *Gonium pectorale* und *Pandorina morum*, nur ist *Eu. elegans* häufiger als die beiden anderen Arten und neigt mehr zu planktonischer Lebensweise als *Pandorina* (vergl. hierzu Behre 1939, S. 68). Im Hamme-Wümme-Lesum-System vereinzelt bis spärlich, in einzelnen Planktonproben der Lesum häufig, wohl von der Weser her kommend. In der Geeste spärlich, in der Hunte mäßig häufig und in der Weser häufig.

18. *Eu. illinoisensis* Pascher. — L. c. S. 443 u. Fig. 404.

Die vier vorderen Zellen der Kolonie haben nur einen halb so großen Durchmesser wie die übrigen Zellen und bleiben bei der Vermehrung der Kolonie in der alten Gallerthülle zurück. Die Gallerthülle ist am Hinterende der Kolonie ge-

lappt. Auch ich habe die von Pascher beobachteten Übergänge zu *Eu. elegans* gesehen. — Eine einzelne Kolonie in der Hamme. In drei verschiedenen Jahren je im Monat Juli im Weserplankton in verschiedener Häufigkeit.

19. *Volvox aureus* Ehrenb. L. c. S. 467 u. Fig. 425.

Ganz vereinzelt in Hamme und Geeste. In zwei aufeinander folgenden Jahren je im Monat August mäßig häufig im Weserplankton. — Die Formen aus Hamme und Geeste waren typisch ausgebildet, während bei der des Weserplanktons die Verbindungsfäden zwischen den einzelnen Zellen fehlten. Trotzdem kommt auch hier *V. tertius,* der keine Verbindungsfäden hat, nicht in Frage, da nach Färbung mit Methylenblau die Gallerthüllen der einzelnen Zellen in der Kolonieoberfläche in der Draufsicht auf die Kolonie gegen die der Nachbarzellen polygonal abgegrenzt ist und nicht kreisförmig, so daß also kein Platz vorhanden ist für die „Zwischengallerte", die *V. tertius* kennzeichnet (vergl. Pascher, l. c. S. 416 u. 418). — In der der Weser benachbarten „Großen Brake", einem Wiesenteich, hatten die im Juli 1956 vorkommenden zahlreichen Kolonien von *V. aureus* stets Verbindungsfäden zwischen den Zellen, im Oktober des gleichen Jahres hatte sie nur ein Teil der Kolonien. Es ist allerdings möglich, daß die Gallertfäden nicht immer sichtbar sind. Einmal fand ich in der Hamme eine Kolonie von *V. aureus* in vegetativer Fortpflanzung. Es waren mehrere typische blastulaähnliche Fortpflanzungskolonien von je 8 bzw. 16 Zellen vorhanden, so daß an der Zugehörigkeit zur Gattung *Volvox* kein Zweifel bestehen konnte. Verbindungsfäden waren nicht zu erkennen, trotzdem mußten solche vorhanden sein, denn die in der Mutterkolonie noch vorhandenen vegetativen Zellen schwärmten jetzt zum großen Teil einzeln oder in Gruppen zu zweien nebeneinander aus, wobei sich die Zellen der Zweiergruppen so verhielten, wie wenn sie durch unsichtbare Fäden verbunden waren. Sie schwammen umeinander und nebeneinander her, wobei aber der Abstand zwischen beiden niemals größer wurde, als ihrem normalen Abstand in der Mutterkolonie entsprach. — Das weitere Schicksal der schwärmenden Einzelzellen konnte nicht verfolgt werden, so daß sich nicht entscheiden läßt, ob hier eine noch unbekannte Form der Fortpflanzung vorliegt oder ob nur ein durch das Liegen unter dem Deckglas ausgelöster pathologischer Vorgang sich abgespielt hat.

Tetrasporineae

1. *Tetraspora lubrica* (Roth) Ag. — Lemmermann 1915, S. 40 u. Fig. 16.

In Restpfützen der Wümme, die auch bei Niedrigwasser bestehen bleiben, im Mai 1957 in größeren Mengen, makroskopische Bodenwatten bildend.

2. *Apiocystis Brauniana* Naeg. L. c. S. 43 u. Fig. 23.

Einige Pflänzchen in der Weser bei Mittelsbüren.

3. *Gloeococcus Schröteri* (Chod.) Lemm. — Skuja 1948, S. 117 u. Taf. 11, Fig. 22—26.

Vereinzelt im Plankton der Unterweser.

4. *Planktosphaeria gelatinosa* G. M. Smith. — Skuja 1956, S. 161 u. Taf. 23, Fig. 25—29 sowie Taf. 24, Fig. 1—3. — Tafel 3, Abb. 18.

Zellen im Mittel 23, mit Gallerthülle 29 μ groß. Wohl um 15 Chromatophoren. Die Pyrenonide sind etwas größer als in Skujas Material. — Vereinzelt im Plankton der Wümme, der Lesum und der Geeste.

Chlorococcineae

1. *Characium angustum* A. Br. fa. *minus* Stockmayer. — Brunnthaler 1915, S. 79 u. Fig. 21.

Die Form ist etwas unsicher, 38×18 μ groß. — Einmal in der Hamme.

2. *Ch. apiculatum* Rabenh. — L. c. S. 79 u. Fig. 19.

51 μ lang und 19 μ breit. Der Fuß ist im Gegensatz zur Diagnose braun gefärbt. — Einige Male in der Weser oberhalb Bremens.

3. *Ch. limneticum* Lemm. — Skuja 1956, S. 167 u. Taf. 25, Fig. 13 sowie Taf. 26, Fig. 1. — Tafel 3, Abb. 17.

85—240×4—6 μ. — Vereinzelt im Weserplankton.

4. *Pediastrum biradiatum* Meyen. — Bigeard 1933, S. 105 u. Fig. 134—140.

In der Hamme, Lesum, Geeste und Weser vereinzelt, in der Hunte häufig, hier wohl aus dem Dümmer stammend, wo es im Plankton zeitweise häufig ist.

5. *P. Boryanum* (Turpin) Menegh. — L. c. S. 109 u. Fig. 143.

Über die Abgrenzung der Art gegenüber *P. duplex* vergleiche Behre 1956, S. 333. — In der Hamme, Wümme und Lesum spärlich, in der Geeste und der Weser mäßig häufig, in der Hunte häufig.

6. *P. duplex* Meyen. — L. c. S. 103 u. Fig. 132—133.

Die Verbreitung ist genau die gleiche wie die der vorigen Art: im System der Lesum vereinzelt bis spärlich, in der Geeste und der Weser mäßig häufig, in der Hunte häufig.

7. *P. gracillium* (W. u. W.) Thunmark. — Skuja 1948, S. 127.

Vereinzelt in der Geeste und der Weser, etwas häufiger in der Hunte.

8. *P. integrum* Naeg. — Brunnthaler 1915, S. 91 u. Fig. 51a.

Über die Abtrennung dieser Art von *P. Boryanum* vergleiche Behre 1939, S. 69. — In der Unterweser vereinzelt, in der Hunte nicht selten.

9. *P. Kawraiskyi* Schmidle. — Bigeard 1933, S. 99 u. Fig. 127—131.

Die Zellmembran dieser Art scheint besonders widerstandsfähig zu sein, denn gerade von ihr findet man sehr oft leere Cönobien; im Leben sind die Zellwände der Art oft rötlich gefärbt. — In der Geeste nur vereinzelt leere Cönobien, in der Hamme, Lesum, Hunte und Weser spärlich, auch lebend gefunden.

10. *P. simplex* Meyen. — L. c. S. 98 u. Fig. 26.

Ein Kranz aus acht Zellen, mit größerer zentraler Lücke (= var. *radians* Lemm., die nach Bigeard nicht erblich ist). — Einmal in der Kleinen Weser in Bremen. Diese sonst bekannte Alge scheint im Gebiet recht selten zu sein. Auch in den Seen um Bremen fand ich sie nur einmal.

11. *P. tetras* (Ehrenb.) Ralfs. — L. c. S. 116 u. Fig. 151—154.

In der Lesum und der Geeste je ein Einzelfund, in der Hunte und der Weser ziemlich vereinzelt.

12. *Chlorella vulgaris* Beyerinck. — Brunnth. 1915, S. 111 u. Fig. 71.

Als Symbiont in allen Flüssen, aber recht vereinzelt.

13. *Golenkinia radiata* Chodat. — L. c. S. 117 u. Fig. 83.

Ganz vereinzelt in Hamme und Hunte.

14. *Micractinium pusillum* Fresenius. — Printz 1927, S. 121 u. Fig. 74C.

Vereinzelt in Hamme und Wümme, mäßig häufig in den übrigen Flüssen.

15. *Chodatella ciliata* (Lagerh.) Lemm. — Skuja 1956, S. 170 u. Taf. 26, Fig. 10.

Ich verwende die Namen *Chodatella* und *Lagerheimia* im Sinne Skujas (Skuja 1956, S. 169). — Einige Male in der Hunte.

16. *Ch. Droescheri* Lemm. — L. c. S. 138 u. Fig. 134. — Tafel 3, Abb. 21.

Zellen ohne Borsten 16—19 μ lang und 14 μ breit, also etwas größer als angegeben. Auch die Borsten sind länger. Statt 10—17 μ sind die von mir gezeichneten

bis 20 μ lang, und an anderen Zellen habe ich bis 40 μ lange Borsten gefunden. — Vereinzelt im Plankton der Lesum, der Hunte in Oldenburg und dem der Weser in Bremen.

17. *Ch. longiseta* Lemm. — L. c. S. 139 u. Fig. 138.

Die Zellen haben zwei Chromatophoren und an jedem Ende vier Borsten von etwa 50 μ Länge. — Ziemlich vereinzelt in den verschiedenen Armen der Hunte.

18. *Ch. quadriseta* Lemm. — L. c. S. 139 u. Fig. 141.

Nicht selten im Plankton der verschiedenen Huntearme, ein Einzelfund im Weserplankton unterhalb der Huntemündung.

19. *Ch. subsalsa* Lemm. — L. c. S. 139 u. Fig. 140.

Einige Male in einer Probe des Weserplanktons.

20. *Lagerheimia wratislaviensis* Schröder. — L. c. S. 136 u. Fig. 128. — Tafel 5, Abb. 16, a u. b.

Zellen ohne Borsten 8—13×5—8 μ. Borsten meist um 20 μ lang. Die gezeichnete Zelle mit zwei Chromatophoren — wohl kurz vor der Vermehrung — zeigte das Pyrenoid nicht. — Je einige Male in der Hunte und in der Geeste.

21. *Oocystis Borgei* Snow. — Skuja 1956, S. 173 u. Taf. 28, Fig. 1—4. — Tafel 3, Abb. 19.

Vereinzelt in der Geeste. Nicht selten in den Armen der Hunte. Ziemlich vereinzelt im Weserplankton.

22. *O. Marssonii* Lemm. — L. c. S. 173 u. Taf. 27, Fig. 15—19. — Tafel 3, Abb. 20.

In der Wümme, der Lesum und der Geeste je einige Coenobien, in der Hunte nicht selten, in der Weser zeitweise ziemlich häufig.

23. *O. parva* W. u. W. — Printz 1913, S. 180 u. Taf. 4, Fig. 24—30.

Je einige Male in der Hunte und der Weser.

24. *O. submarina* Lagerh. — L. c. S. 173 u. Taf. 4, Fig. 3—6.

Nicht selten in der Hunte, vereinzelt in der Unterweser.

25. *Nephrocytium lunatum* W. West. — Skuja 1948, S. 133 u. Taf. 15, Fig. 16—18.

Vereinzelt in der Hunte.

26. *Kirchneriella contorta* (Schmidle) Bohlin. — Brunnthaler 1915, S. 182 u. Fig. 269.

Nicht selten in der Hunte, vereinzelt in der Weser.

27. *K. lunaris* (Kirchner) Möbius. — L. c. S. 180 u. Fig. 264.

Ein Einzelfund in der Wümme, ziemlich vereinzelt in den Armen der Hunte.

28. *K. obesa* (W. West) Schmidle. — L. c. S. 181 u. Fig. 267.

Vereinzelt in der Lesum, der Geeste und der Weser, nicht selten in den Armen der Hunte.

29. *Botryococcus Braunii* Kütz. — Pascher 1925, S. 91 u. Fig. 71—75.

Je ein Einzelfund in Hunte und Weser. — Diese in den nicht eutrophen Seen des Gebietes häufige Alge scheint gegen Verschmutzung sehr empfindlich zu sein.

30. *Tetraëdron caudatum* var. *incisum* Lagerh. — Skuja 1956, S. 177 u. Taf. 28, Fig. 19.

Ein Einzelfund in der Geeste, nicht selten in der Hunte, ein Einzelfund in der Weser unterhalb der Huntemündung.

31. *T. incus* var. *irregulare* G. M. Smith fa. Bourrelly. — Bourrelly 1951d, S. 675, Fig. 16.

Ganz vereinzelt in der Hamme und der Hunte.

32. *T. minimum* (A. Br.) Hansg. var. *apiculato-scrobiculatum* Skuja. — Skuja 1956, S. 176 u. Taf. 26, Fig. 19.

Ein Einzelfund in der Hamme, nicht selten in der Hunte, vereinzelt in der Unterweser.

33. *T. trigonum* (Naeg.) Hansg. — Skuja 1956, S. 176 u. Taf. 28, Fig 12—13.

Vereinzelt im Weserplankton.

— — var. *gracile* Reinsch. — Printz 1916, S. 29 u. Taf. 3, Fig. 167—169.

Die von Skuja 1956, Taf. 28, Fig. 14—15 abgebildete Form unterscheidet sich von der unsrigen dadurch, daß den Zellen Stacheln aufgesetzt sind. — Vereinzelt in der Geeste, Hunte und Unterweser.

34. *T. regulare* Kütz. — Brunnthaler 1915, S. 150 u. Fig. 167.

Vereinzelt in der Lesum. In der Hamme einmal eine Zelle, bei der die Stacheln durch Warzen ersetzt waren.

35. *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* Naeg. — Skuja 1956, S. 184 u. Taf. 30, Fig. 10—17.

Wie auch in den Seen des Gebietes viel seltener als die folgende Art. Vereinzelt in Hunte und Unterweser.

36. *D. pulchellum* Wood. — L. c. S. 183 u. Taf. 30, Fig. 5—9.

Die Art ist im Gebiet einer der besten Indikatoren für den Trophiezustand eines Gewässers, da sie zwar in Gewässern aller Art sich findet, ihre Häufigkeit und ihre planktische Lebensweise aber mit dem Trophiegrad eines Gewässers zunimmt (vergl. Behre 1956, S. 334). Sie ist offenbar empfindlich gegen Salzgehalt. Im gesamten Hamme—Wümme—Lesum-System vereinzelt bis spärlich und meist im Litoral, in der Lesum in der Nähe der Mündung manchmal auch im Plankton häufig, hierher offenbar von der Weser aus verschleppt. In der Geeste bei jedem Besuch, meist im Plankton und im ganzen mäßig häufig, in der Weser als Plankter regelmäßig und meist häufig, von Schweiburg ab mehr vereinzelt, in der Hunte sehr häufig.

37. *Westella botryoides* (West) Wild. — Brunnthaler 1915, S. 115 u. Fig. 81 (als *Tetracoccus botryoides*).

Ziemlich vereinzelt im Plankton der Hunte und der Unterweser.

38. *W. natans* (Kirchner) Lemm. — L. c. S. 116 u. Fig. 82. — Taf. 5, Abb. 5.

Von dieser seltenen Art fand ich einige Exemplare im Plankton der Geeste. Die Zellen sind 8—11 μ groß, in Gruppen zu je acht vereinigt, die durch die verquollene Mutterzellmembran zu größeren Verbänden zusammengehalten werden. Innerhalb der Achtergruppe sind die Zellen auf ähnliche Weise untereinander verbunden wie bei *Coelastrum microporum*. Jede Zelle hat einen großen, glockenförmigen Chromatophor. Ein Pyrenoid habe ich nicht gesehen.

39. *Radiococcus nimbatus* (de Wildeman) Schmidle. — L. c. S. 115 u. Fig. 80.

Einige Male im Plankton der Hunte oberhalb Oldenburgs.

40. *Scenedesmus acutiformis* Schröder. — Chodat 1926, S. 198 u. Fig. 95.

Ganz vereinzelt im Plankton der Geeste.

41. *Sc. acutus* (Meyen) Chodat. — L. c. S. 126 u. Fig. 18—20.

Vergl. *Sc. dimorphus*. — In der Hamme nicht gefunden, in allen anderen Zuflüssen und in der Weser vereinzelt.

42. *Sc. arcuatus* Lemm. — L. c. S. 168 u. Fig. 56—57. — Taf. 5, Abb. 1.

In der Hunte bei jedem Besuch vereinzelt bis nicht selten. In der Weser bei einem Besuch in einer Reihe von Proben nicht selten.

— — var. *capitatus* G. M. Smith. — L. c. S. 168 u. Fig. 58.

Einige Male in der Weser, oberhalb und unterhalb Bremens.

43. *Sc. armatus* Chodat. — L. c. S. 201 u. Fig. 101.

Im allgemeinen liegt die var. *typicus* vor, mit mehr zugespitzten Zellenden. Manchmal sind die Rippen unterbrochen. Die Mittelzellen können auch Stacheln tragen. — In Hamme, Wümme, Lesum und Geeste vereinzelt, in der Weser nicht selten, in der Hunte oberhalb und unterhalb Oldenburgs häufig.

— — var. *bicaudatus*, Chodat. — L. c. S. 204 u. Fig. 106. — Taf. 5, Abb. 12.

Vereinzelt in der Hunte und in der Weser.

44. *Sc. Bernardi* G. M. Smith. — L. c. S. 154 u. Fig. 46. — Taf. 5, Abb. 2.

In einer Probe aus der Geeste nicht selten. In der Weser aus mehreren Proben oberhalb des Weserwehres, meist vereinzelt.

45. *Sc. bicaudatus* (Hansg.) Chodat. — L. c. S. 248 u. Fig. 151. — Taf. 5, Abb. 3.

Im System der Lesum und in der Geeste sehr vereinzelt, in der Hunte etwas häufiger, in der Unterweser vereinzelt, oberhalb Bremens bei einem Besuch in einer Reihe von Proben ziemlich häufig.

46. *Sc. brasiliensis* Bohlin. L. c. 199 u. Fig. 98.

Die Art vermehrt sich in alten Rohkulturen. Bei der Fortpflanzung, vor allem in Kulturen, bleiben die Tochtercoenobien oft aneinander haften und bilden dann größere zusammenhängende Gruppen. — In der Wümme und Lesum sehr vereinzelt, in der Geeste und der Weser etwas häufiger, in der Hunte bei sämtlichen Besuchen ziemlich häufig.

47. *Sc. brevispina* (Smith) Chodat. — L. c. S. 187 u. Fig. 83. — Taf. 5, Abb. 4.

Einige Male in der Hunte und im Weserplankton.

48. *Sc. carinatus* (Lemm.) Chodat. — L. c. S. 208 u. Fig. 110.

Vereinzelt in Hamme, Geeste, Hunte und Unterweser.

49. *Sc. crassus* Chodat. — L. c. S. 130 u. Fig. 21.

Vergleiche *Sc. dimorphus*. In der Hamme nicht, in allen anderen Zuflüssen nur ganz vereinzelt gefunden, in der Weser aber im gesamten Untersuchungsgebiet, auch oberhalb Bremens, nicht selten.

50. *Sc. curvatus* Bohlin. — L. c. S. 166 u. Fig. 54—55.

Einmal ein typisches Coenobium in der Hunte.

51. *Sc. denticulatus* var. *linearis* Hansg. — Bourrelly und Manguin 1952, S. 199 u. Taf. 24, Fig. 382—384. — Taf. 5, Abb. 11 fa.

Gezeichnet ist eine etwas unsichere Form, die hinüberleitet zu *Sc. aculeolatus* Reinsch. Die Enden sind besonders reich bestachelt. — Ziemlich vereinzelt in Hunte und Weser.

52. *Sc. dimorphus* (Turpin) Kütz. — Chodat 1926, S. 128 u. Fig. 20.

Die Unterscheidung von *Sc. acutus, Sc. crassus* und *Sc. dimorphus* ist an einzelnen Coenobien oft sehr unsicher, aber sicher ist bei den Verschmutzungsgraden, wie sie die hier untersuchten Flüsse zeigen, *Sc. dimorphus* von den drei Arten die bei weitem häufigste, während bei stärkerer Verschmutzung *Sc. acutus* immer mehr überwiegt. Bei allen drei Arten können die Coenobien in ihre Einzelzellen

zerfallen, die dann noch schwerer den verschiedenen Arten zuzuordnen sind. — In der Wümme, Lesum und Geeste spärlich, in der Hunte etwas häufiger und in der Weser überall ziemlich häufig, oberhalb Bremens häufig.

53. *Sc. dispar* Bréb. — L. c. S. 246 u. Fig. 150. — T a f. 5, A b b. 7.

Gezeichnet ist eine Form mit mehr abgerundeten Zellenden, die neben der normalen gefunden wurde. — Einige Male in der Weser.

54. *Sc. ecornis* (Ralfs) Chodat. — L. c. S. 170.

In der Lesum, Geeste und Unterweser sehr vereinzelt, in den Armen der Hunte häufiger und zum Teil in sehr großen Coenobien von bis zu 16 Zellen (= *Sc. bijugatus* var. *flexuosus* Lemm.).

— — var. *disciformis* Chodat. — L. c. S. 172 u. Fig. 64.

Sehr vereinzelt in der Hamme, Geeste, Hunte und Weser.

55. *Sc. ellipsoideus* Chodat. — L. c. S. 240 u. Fig. 145—146.

Ziemlich vereinzelt im Plankton der Unterweser, einige Male auch in dem der Lesum.

56. *Sc. falcatus* Chodat. — L. c. S. 146 u. Fig. 36—37.

Es wurden auch Coenobien hierher gerechnet, bei denen die Zellen in einer Ebene lagen, wenn diese die für die Art typische Form hatten. — In der Wümme und Lesum sehr vereinzelt, in der Geeste, Weser und vor allem in der Hunte mäßig häufig.

57. *Sc. intermedius* Chodat. L. c. S. 231 u. Fig. 135. — T a f. 5, A b b. 6.

In allen untersuchten Flüssen sehr vereinzelt, am häufigsten noch in der Hunte.

58. *Sc. longispina* Chodat. — L. c. S. 236 u. Fig. 141. — T a f. 5, A b b. 8a—b.

Figur 8a stellt eine sehr vereinzelt gefundene Form dar mit besonders dicken, tief braun gefärbten Borsten und mit Warzen und vereinzelten Stacheln an den Polen der Mittelzellen. — In der Hamme sehr vereinzelt, in der Wümme spärlich, in der Lesum, Geeste und Unterweser mäßig häufig, in der Hunte und in der Weser oberhalb Bremens häufig.

59. *Sc. maximus* (W. u. W.) Chodat. — L. c. S. 227 u. Fig. 131.

Hierher wurden alle Formen gerechnet mit einer Zellänge von mehr als 26 μ, bei denen die Borsten mindestens ebenso lang wie die Zellen waren. — Sehr vereinzelt in der Geeste, Hunte und Unterweser.

60. *Sc. microspina* Chodat. — L. c. S. 232 u. Fig. 137. — T a f. 5, A b b. 9.

Gezeichnet eine Form mit Graneln an den Zellmembranen. — Vereinzelt in Lesum, Hunte und Geeste.

61. *Sc. Naegelii* Breb. sensu Smith. — Smith 1920, S. 156 u. Taf. 40, Fig. 1 (als *Sc. longus* var. *Naegelii*).

Ziemlich vereinzelt in der Hunte, einmal im Weserplankton.

62. *Sc. nanus* Chodat fa. — Chodat 1927, S. 233 u. Fig. 138. — T a f. 5, A b b. 13.

Die Zellform entspricht nicht ganz den Figuren Chodats. — Einige Male im Weserplankton.

63. *Sc. opoliensis* Richter. — L. c. S. 209 u. Fig. 111.

Vereinzelt in Wümme, Lesum und Geeste, nicht selten in der Hunte und Weser, hier oberhalb Bremens am häufigsten.

64. *Sc. platydiscus* (G. M. Smith) Chodat. — L. c. S. 175 u. Fig. 68.

Ziemlich vereinzelt in der Hunte und im Weserplankton.

— — var. *alternans*. — L. c. S. 176 u. Fig. 69.

Wie der Arttypus ziemlich vereinzelt in der Hunte und einige Male im Weserplankton.

65. *Sc. quadricauda* Chodat. — L. c. S. 229 u. Fig. 133.

Auch nach Abspalten einer Reihe von Kleinarten aus der Sammelart durch Chodat bleibt *Sc. quadricauda* s. str. noch die häufigste Art der Gattung. In der Hamme und Wümme noch mäßig häufig, ist sie in der Lesum und vor allem in der Geeste und der Weser ausgesprochen häufig, in der Weser am häufigsten oberhalb Bremens. In der Hunte ist sie sehr häufig.

66. *Sc. quadrispina* Chodat. — L. c. S. 230 u. Fig. 134.

Je einige Male in der Hunte und der Unterweser.

67. *Sc. serratus* (Corda) Bohlin. — L. c. S. 192 u. Fig. 88.

Ziemlich vereinzelt in der Hunte.

68. *Sc. Smithii* (G. M. Smith) Teiling. — Teiling 1942, S. 66 u. Fig. 12. — T a f. 5, A b b. 1 0.

Einmal in der Geeste, vereinzelt in Hunte und Weser.

69. *Sc. spinosus* Chodat. — L. c. S. 216 u. Fig. 120. — T a f. 5, A b b. 1 4.

Die Form leitet manchmal hinüber zu *Sc. sempervirens*. — In allen untersuchten Flüssen außer der Hamme vereinzelt.

70. *Sc. tenuispina* Chodat. — L. c. S. 218 u. Fig. 122. — T a f. 5, A b b. 1 5 a—b.

Am häufigsten war eine Form, bei der die beiden mittleren Zellen an verschiedenen Enden je eine Borste trugen, die jeweils etwa so lang wie die Borste der benachbarten Endzelle und zu dieser etwa parallel gerichtet war. — Vereinzelt in der Geeste und Weser, etwas häufiger in den Armen der Hunte.

71. *Sc. Westii* (G. M. Smith) Chodat. — L. c. S. 227 u. Fig. 132

Hierher wurden die großen Formen gerechnet, bei denen die Borsten — im Gegensatz zu denen von *Sc. maximus* — kürzer als die Zellen waren. — Ziemlich vereinzelt in der Geeste, einige Coenobien in der Lesum und der Unterweser.

72. *Actinastrum Hantzschii* Lagerh. — Skuja 1956, S. 181 u. Taf. 29, Fig. 5—8.

In der Wümme und Lesum ziemlich vereinzelt, wohl nur mit der Flut aus der Weser herangebracht, in der Geeste spärlich, in der Hunte mäßig häufig, in der Weser zeitweise der häufigste dort vorkommende Plankter und dann fast massenweise, aber unregelmäßig im Auftreten, manchmal ganz fehlend, schon von Lemmermann für die Weser in stark schwankender Häufigkeit angegeben.

73. *Crucigenia rectangularis* (A. Br.) Gay. — Brunnthaler 1915, S. 171 u. Fig. 245.

In der Lesum, der Hunte und der Unterweser sehr vereinzelt.

74. *Cr. triangularis* Chodat. — L. c. S. 172 u. Fig. 246.

In Hamme, Wümme und Lesum sehr vereinzelt, in der Weser mäßig häufig, in der Hunte wohl etwas häufiger.

Dispora sp.? — T a f. 3, A b b. 2 2.

Zelle 8—12×5—8 μ groß, mit zwei Chromatophoren mit großem Pyrenoid, zu in einer Ebene liegenden Vierergruppen durch die Zellmembranen zusammengehalten, wobei an den gemeinsamen Zellecken die Membranen aufspalten, so daß hier charakteristische Löcher entstehen. Bei der Zellvermehrung erweitern sich diese Löcher, aber es bleiben Reste der gemeinsamen Mutterzellmembran noch eine Zeitlang erhalten, die in der Regel dann mehrere Vierergruppen noch zusammenhalten. — Mehrere Male im Weserplankton.

75. *Testratrum apiculatum* (Lemm.) Schmidle. — Brunnthaler 1915, S. 177 u. Fig. 258.

Bei manchen Coenobien befanden sich auch basale Warzen an den Stellen, wo sie Skuja (1956, Taf. 31, Fig. 12) für *T. pulloideum* abbildet. Da diese Zellen aber zugleich die konvexen Außenseiten der Zellen von *T. apiculatum* besaßen, so habe ich sie mit zu dieser Art gerechnet. — Vereinzelt in der Wümme, Lesum und Unterweser, häufiger in der Hunte.

76. *T. pulloideum* Teiling. — Teiling 1942, S. 66 u. Fig. 2.

Neben typischen Formen fanden sich Übergänge zu dem verwandten *T. apiculatum*. Man vergleiche das bei dieser Art Gesagte. — Bei einem Besuch der Hunte in einer Reihe von Proben nicht selten.

77. *T. staurogeniaeforme* (Schröder) Lemm. — Ahlstrom und Tiffany 1933, S. 502 u. Fig. 2—18.

Neben typischen Formen fanden sich auch die von Ahlstrom und Tiffany beschriebenen Variationen, außerdem auch solche Coenobien, bei denen an jeder Zelle je ein Stachel besonders stark vergrößert wurde. Ein ähnliches Stadium bildet auch Bourrelly ab (1951d, S. 677 u. Fig. 33). Auch die von Bourrelly an gleicher Stelle (Fig. 34) abgebildete und als *T. heteracanthum* fa. *elegans* bezeichnete Form war vorhanden. Diese erscheint bei Tiffany an zwei Stellen, einmal als Variationsform von *T. staurogeniaeforme* (l. c. Fig. 18) und dann als solche von *T. heteracanthum* (Fig. 30). Da typische Coenobien von *T. heteracanthum* nicht gefunden wurden, stelle ich die Form zu *T. staurogeniaeforme*. — Je ein Fund in Hamme, Wümme, Lesum und Geeste. Ziemlich vereinzelt in der Weser. Nicht selten in der Hunte.

78. *Coelastrum cambricum* Archer. — Brunnthaler 1915, S. 196 u. Fig. 311.

In typischer Ausbildung, mit sehr scharf abgesetzten polaren Zellfortsätzen. — Bei einem Besuch ziemlich häufig in mehreren Planktonproben aus der Hamme, vereinzelt im Plankton der Geeste und der Unterweser.

79. *C. microporum* Naeg. — L. c. S. 195 u. Fig. 307.

In der Geeste nur ein Exemplar, in der Wümme, Lesum und Weser spärlich, in der Hunte ziemlich häufig.

80. *C. proboscideum* Bohlin. — L. c. S. 196 u. Fig. 310.

In der Lesum, Geeste und Unterweser je einige Exemplare, in der Hunte etwas häufiger.

81. *C. reticulatum* (Dang.) Senn. — L. c. S. 198 u. Fig. 322.

In der Hunte ziemlich vereinzelt.

82. *Selenastrum Bibraianum* Reinsch. — L. c. 182 u. Fig. 273.

In der Hunte und der Unterweser spärlich.

83. *Ankistrodesmus acicularis* A. Br. — L. c. S. 188 u. Fig. 284 (als *A. falcatus* var. *acicularis*).

Im System der Lesum und in der Geeste ziemlich vereinzelt, in der Weser spärlich, in der Hunte mäßig häufig.

84. *A. falcatus* (Corda) Ralfs. — L. c. S. 188 u. Fig. 283.

Im gesamten System der Lesum und in der Geeste wie in der Weser sehr vereinzelt, in der Hunte mäßig häufig.

— — var. *mirabilis* W. u. W. — L. c. S. 188 u. Fig. 289.

In Hamme und Wümme spärlich, in den übrigen Zuflüssen und in der Weser mäßig häufig.

85. *A. spiralis* (Turner) Lemm. — L. c. S. 190 u. Fig. 293.

Einige Male in der Hunte.

86. *Keratococcus caudatus* Pascher. — Pascher 1915, S. 217 u. Fig. 21.

Zellen 18—26 μ lang und 2,7—3,5 μ breit. — In einer Probe aus der Geeste dicht oberhalb der Schiffdorfer Stauschleuse und einer solchen aus der Weser dicht oberhalb des Weserwehres nicht selten. Die beiden Proben dicht über dem Wasserspiegel bzw. in Wasserspiegelhöhe.

Ulotrichineae

1. *Ulothrix flacca* (Dillw.) Thuret. — Kylin 1949, S. 12.

Zellen 15—53 μ dick und 13—59 μ lang, also zum Teil noch dicker, als Kylin angibt. Die Zellen sind meist etwas kürzer als breit, können aber vor der Zellteilung bis fast doppelt so lang sein. Zellmembran geschichtet, meist um 2,5 μ, gelegentlich bis 5,3 μ dick. Die Zahl der Pyrenoide beträgt in den vegetativen Zellen 1—3, kann aber bei der Schwärmerbildung auf 7—8 steigen. — Die Art bildete im November 1957 an einem schwimmenden Anleger bei Nordenham in Wasserspiegelhöhe und bis 2 cm darüber in der Spritzzone einen dichten Saum, zu gleicher Zeit fand sie sich vereinzelt an einem schwimmenden Anleger bei Blexen.

2. *Ul. pseudoflacca* Wille. — L. c. S. 12.

Zellen 10—17 μ breit und (3—) 5—16 (—22) μ lang, meist kürzer als breit, nicht selten aber auch etwas länger. Ein großer, gürtelbandförmiger Chromatophor, der fast die ganze Zellwand bedeckt, aber fast immer nur ein und zwar recht großes und deutliches Pyrenoid besitzt. Eine Abbildung bei Hauck (1885, S. 441, Fig. 193a, b als *U. implexa)* entspricht weitgehend unserer Form.

Die Art tritt als steter Begleiter von *Enteromorpha* und *Blidingia* fast im gesamten Verbreitungsgebiet dieser Gattungen auf, in der Weser von oberhalb Bremen bis Bremerhaven, in der Lesum und im Unterlauf der Geeste. In der Regel findet man einzelne Fäden der Art in geringerer oder — an den länger mit Wasser bedeckten Stellen — größerer Häufigkeit in den Rasen von *Enteromorpha* und *Blidingia,* nur vereinzelt trifft man sie in eigenen Watten, so einmal in der Nähe des Weserwehres in Bremen, mehrfach in der Lesum in der Mündung eines Zuflusses, wo die Alge auch bei Niedrigwasser von Wasser bedeckt ist, und gelegentlich an schwimmenden Anlegern. Von den im Gebiet gefundenen Süßwasserarten der Gattung ist sie stets mit Sicherheit zu unterscheiden, da keine von diesen bei gleicher Fadendicke nur ein Pyrenoid hat. An einem schwimmenden Anleger bei Nordenham, wo die Alge zusammen mit *Ul. flacca* vorkommt, sind die Grenzen dieser Art gegenüber nicht mit Sicherheit zu ziehen. — Die Alge ist unempfindlich gegen die im Gebiet vorkommenden Schwankungen des Salzgehaltes und der Verschmutzung. Sie erträgt bei den hier vorkommenden Salzkonzentrationen das Freiliegen bei Niedrigwasser im allgemeinen aber nur im Schutze der größeren Enteromorphen.

3. *Ul. tenerrima* Kütz. — Heering 1914, S. 32 u. Fig. 28—30.

Hierher wurden die *Ulothrix*-Fäden mit einer Dicke von 7—9 μ gerechnet. Die Zellänge beträgt die Hälfte bis das Doppelte der Zellbreite. Der Chromatophor soll bei guten Ernährungsverhältnissen gürtelförmig sein. Er ist sehr oft mehr plattenförmig, so daß seine Beschaffenheit nicht als Unterscheidungsmerkmal gegenüber der dünneren *Ul. variabilis* verwendet werden kann. Nach den Beobachtungen am Freilandmaterial scheint mir die Abgrenzung der beiden Arten gegeneinander sehr künstlich zu sein. — In der Tidenhubzone sind einzelne Fäden oft schwer von denen der Gattung *Hormidium* zu unterscheiden. Man vergleiche dazu das bei dieser Gattung Gesagte. — In der Tidenhubzone der Weser

und ihrer Zuflüsse sind Fäden, die sicher hierher gehören, nur ganz vereinzelt zu finden. An Stellen, wo die Alge dem Tidenhub entzogen ist, findet man sie häufiger, auch in kleinen eigenen Watten, so in der Weser oberhalb des Weserwehres und einige Male an schwimmenden Anlegern, ebenso in der Geeste oberhalb der Stauschleuse und in der Mündung des Flusses an einem schwimmenden Anleger, in der Lesum im Wasser einer Quelle, die in der Tidenhubzone liegt. Eine Massenentwicklung der Art wurde nirgends beobachtet.

4. *Ul. tenuissima* Kütz.? — L. c. S. 32 u. Fig. 31.

Unter einem Zuflußrohr mit Quellwasser, das am oberen Rand der Tidenhubzone in die Lesum mündet, fanden sich bei mehreren Besuchen reine Bestände einer *Ulothrix*, für die die Beschreibung dieser Art zutrifft. Da an dieser Stelle aber meist *Ul. zonata* herrscht, so halte ich es für möglich, daß auch diese gefundenen Watten nur ein Entwicklungsstadium von *Ul. zonata* darstellen.

5. *Ul. variabilis* Kütz. — L. c. S. 32 u. Fig. 27.

Hierher wurden die *Ulothrix*-Fäden mit einer Dicke von 5—7 μ gerechnet. Man vergleiche das bei *Ul. tenerrima* Gesagte. — Die Art ist in den untersuchten Flüssen wesentlich seltener als *Ul. tenerrima*, kommt aber an den gleichen Orten vor. In Hamme, Wümme, Lesum und Weser vereinzelt.

6. *Ul. zonata* Kütz. — L. c. S. 35 u. Fig. 35—36.

Die gemessenen Fadendicken betrugen 16—40 μ, tonnenförmige Zellen mit dicken Wänden (Akineten?) maßen bis 53 μ. Länge und Form der Zellen sind sehr verschieden. Vor allem in einem Zufluß mit Quellwasser, der in die Tidenhubzone der Lesum mündet und laufend untersucht wurde, fanden sich neben typischen *Ul. zonata*-Formen solche, die der Beschreibung von *Ul. tenuissima*, Ul. *aequalis* oder auch von *Ul. moniliformis* entsprachen, dabei aber mehr oder weniger durch Übergänge mit der typischen *Ul. zonata* verbunden waren. — Die Art ist gegen Verschmutzung unempfindlich, findet sich aber nur an Stellen, wo sie nicht trocken liegt. Im Mittellauf der Hamme einige Fäden. In der Lesum in einer Quelle und unter einem Abflußrohr in der Tidenhubzone im Frühjahr und Sommer regelmäßig vorhanden. In der Weser oberhalb des Wehres, vor allem im Eingang zum Schleusenbecken des Wehres, aber auch weiter flußaufwärts im Frühjahr manchmal herrschend und in Massen auftretend, in der Unterweser an schwimmenden Anlegern im Frühjahr mehr oder weniger häufig, in den anderen Jahreszeiten überall mehr vereinzelt.

7. *Stichococcus bacillaris* Naeg. — L. c. S. 52 u. Fig. 64—67.

Zellen 3—4 μ breit und 8—14 μ lang, einzeln oder zu mehreren in ganz kurzen Fäden. — Im Mittellauf der Geeste auf Holz, dicht über dem Wasserspiegel häufig, zusammen mit der folgenden Art.

8. *St. lacustris* Chodat. — L. c. S. 52 u. Fig. 70.

Zellen 3—3,5 μ breit, 5—5,3 μ lang, einzeln oder in kurzen Ketten, Chromatophor ohne Pyrenoid. — Zusammen mit der vorigen Art und ebenso häufig, stets sicher von ihr zu unterscheiden.

9. *Hormidium dissectum* Chodat. — L. c. S. 43 u. Fig. 51.

Zellen 7 μ breit, in der Draufsicht quadratisch oder etwas kürzer. Zellwand ziemlich dick. Chromatophor ein Gürtelband mit Pyrenoid. Die Fäden können bis 20 Zellen haben, aber auch zahlreiche Einzelzellen sind vorhanden. — Im Küstenkanal auf nassem Holz über dem Wasserspiegel, zusammen mit *Phormidium Corium*.

10. *H. rivulare* Kütz. — L. c. S. 47 u. Fig. 56. — Taf. 5, Abb. 17a—c.

Fäden lang, nicht zerfallend. Zellen 5—11 (—13) μ dick, etwas kürzer oder län-

ger, bis 2½mal so lang wie breit, an den Querwänden meist, aber nicht immer eingeschnürt. Chromatophor eine gebogene Platte, mit großem und deutlichem Pyrenoid. Die Ausbildung der für die Art typischen Haftorgane ist in den einzelnen Watten sehr verschieden stark und verschieden häufig. Man muß dabei mehrere Vorgänge unterscheiden, die meist zusammen gehen, aber auch getrennt sein können. Als erstes wird gewöhnlich ein Schleimklumpen gebildet, der den Faden auf einer Unterlage, meist Sand oder Stein, festklebt. Auch mehrere Fäden können untereinander durch Schleimklümpchen verbunden werden. Der Schleim hat eine mehr oder weniger körnige Struktur und ist in seiner Umgrenzung stets deutlich zu erkennen. Durch ihn haften die Algen auf der Unterlage so fest, daß sie sich in der Brandungszone der Weser an der obersten Flutgrenze auf der Steineinfassung halten und hier manchmal einen weithin reichenden grünen Saum bilden, der bei niedrigerem Wasserstand die Flutgrenze kennzeichnet. Beim Ablösen der Watten von der Unterlage bleiben meist Steinsplitterchen am Schleim haften (Abb. 17a). An der Stelle, wo das Schleimklümpchen gebildet ist, knickt sich der Faden knieförmig ein. Der Zellverband lockert sich an der Knickungsstelle mehr oder weniger, und manchmal bilden sich hier an den Zellen Ausstülpungen, die den Charakter von Rhizoiden annehmen können, aber meist nicht über das Stadium einer lokalen Anschwellung hinauskommen (Abb. 17b). Sehr oft fehlen die Anschwellungen ganz, und noch öfter findet man in großen Teilen der Watte nur die Schleimklümpchen. Umgekehrt können in einzelnen Watten auch Knickungen und Rhizoide auftreten, ohne daß ein Schleimklümpchen gebildet wird (Abb. 17c).

Einzelne Fäden der Art sind oft nicht von *Ulothrix*-Fäden zu unterscheiden, aber geschlossene Watten kann man immer identifizieren, auch wenn keine typischen Zweigbildungen vorhanden sind. Die Schleimklümpchen sind fast immer da, und dadurch, daß die Fäden nicht an einem Ende festhaften an der Unterlage, sondern mehr in der Mitte, liegen die Fäden innerhalb der Watte nicht parallel zueinander wie bei *Ulothrix*, sondern sie sind mehr oder weniger wirr untereinander verschlungen.

Die Alge gehört zu den häufigen Arten im Untersuchungsgebiet. Sie befindet sich in eigenen Watten flußaufwärts vom Gebiet der Tidenhubzone in Wasserspiegelhöhe oder dicht darüber, wo sie noch durch den Wellenschlag benetzt wird. Im Bereich des Tidenhubs kann sie überall auftreten, hat aber im Sommer ihre Hauptentwicklung auf Steinen, auf Holz, zwischen Moosen und in den *Rhizoclonium*watten an der oberen Flutgrenze sowie in der Spritzzone darüber. — Im Hamme—Wümme—Lesum-System nur spärlich und meist in zum Teil unsicheren Einzelfäden gefunden. Im System der Hunte bildet sie geschlossene Watten im Küstenkanal auf Holz und Steinen und ebenso in der Hunte unterhalb Oldenburgs. Im Mittellauf der Geeste mehrfach Watten auf Holz an Brücken oder zwischen Moos. In der Weser tritt sie oberhalb des Wehres und unterhalb davon in der Stadt Bremen im Winter und Frühjahr als Massenform auf. Im Gebiet des Tidenhubs kann sie hier, wenn *Blidingia* im Winter nicht mehr vorhanden ist, den gesamten Besiedlungsraum dieser Alge einnehmen und einen ähnlichen geschlossenen Gürtel bilden wie diese, bis sie im Frühjahr von ihr wieder verdrängt wird. Unterhalb Bremens tritt sie nicht mehr als Massenform auf, aber sie kommt überall noch vor und bildet vor allem bis Farge oft an der oberen Flutgrenze einen lockeren Saum. Weiter flußabwärts wird sie spärlicher, kommt aber noch bei Blexen in typischen Watten vor. — Die Alge ist wohl nicht sehr empfindlich gegen Verschmutzung, meidet aber wohl etwas die am stärksten verschmutzten Stellen.

11. *Hormidium subtile* (Kütz.) Heering? L. c. S. 47 u. Fig. 54.

In dem fast stillstehenden Wasser der Neuen Hunte dicht oberhalb der Oldenburger Schleuse fanden sich an Pfosten in Wasserspiegelhöhe Watten, die der Artbeschreibung entsprachen, wo also vor allem die Chromatophoren auch ein

kleineres Pyrenoid trugen als bei der vorigen Art. Die Bildung der Schleimklumpen, der Knickstellen und der Zweige geschieht in gleicher Weise wie eben beschrieben.

Microspora Thuret. Vertreter dieser Gattung sind niemals im Litoral der Gezeitenzone gefunden. In der Weser fanden sich überhaupt nur einige Fäden, und auch in den Zuflüssen ist von den sechs gefundenen Arten nur *M. Wittrockii* so häufig, daß sie hier als autochthon bezeichnet werden kann.

12. *Microspora amoena* (Kütz.) Rabenh. — L. c. S. 154 u. Fig. 222.

Einige typische Fäden in einem Wümmearm oberhalb Borgfelds und in der Weser oberhalb Bremens.

13. *M. Loefgreni* (Nordst.) Lagerh. — L. c. S. 153 u. Fig. 220. Wichmann 1937, S. 37.

Zellen 18 μ dick und 17—22 μ breit, Membran 2,5 μ dick, ihre H-Struktur deutlich. — Nicht selten in einer Probe aus einem Huntearm oberhalb Oldenburgs.

14. *M. pachyderma* (Wille) Lagerh. — L. c. S. 152 u. Fig. 218. Wichmann 1937, S. 28.

Zellen 9—11 μ dick und 10—17 μ lang, zylindrisch. Auch die von Wichmann genannten „leuchtenden Halbmonde" sind vorhanden. — Ziemlich vereinzelt in der Hunte unterhalb Oldenburgs und in der Hamme.

15. *M. quadrata* Hazen. — L. c. S. 151 u. Fig. 210. Wichmann 1937, S. 16.

Zellen 6—6,5 μ breit und 4—7 μ lang, zylindrisch, aber an den Querwänden ganz schwach eingeschnürt. — Einige Fäden in den Armen der Hunte oberhalb Oldenburgs.

16. *M. stagnorum* (Kütz.) Lagerh. — L. c. S. 151 u. Fig. 212. Wichmann 1937, S. 20.

Zellen 7—8 μ dick und 10—12 μ lang, zylindrisch, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Die Ausbildung des Chromatophors hängt auch bei dieser Art stark von den Außenbedingungen ab, aber im ganzen ist er doch wohl etwas schwächer ausgebildet als bei den anderen Arten. — Im Frühjahr 1958 in mehreren Armen der Hunte in verschiedener Häufigkeit.

17. *M. Willeana* Lagerh. — L. c. S. 151 u. Fig. 213. Wichmann 1937, S. 23.

Im Frühjahr 1958 vereinzelt in einem Arm der Wümme oberhalb Borgfelds und in einigen Armen der Hunte sowie in einer Probe aus der Weser.

18. *M. Wittrockii* (Wille) Lagerh. — L. c. S. 154 u. Fig. 221. Wichmann 1937, S. 38.

Stets in sehr typischer Ausbildung. Zellen 19—21 μ dick und 18—32 μ lang, zylindrisch, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Membran um 1,5 μ dick. Die H-Stücke sind im Leben nur an ihren hier und da aus der Wand herausragenden Endteilen zu erkennen. Der Chromatophor erscheint wie aus zahlreichen Einzelteilchen bestehend. Der Zellkern ist im Leben deutlich sichtbar. Reine Watten sehen tiefdunkelgrün aus. — In der Hamme in einer Probe nicht selten, in einem Wümmearm oberhalb Borgfelds im Frühjahr 1958 makroskopische Watten, ebenso um die gleiche Zeit im Küstenkanal unweit seiner Einmündung in die Hunte. In den übrigen Huntearmen ganz vereinzelt, ebenso in der Geeste im Mittellauf.

Enteromorpha. Die bei der Bestimmung von *Blidingia* und der Enteromorphen zur Unterscheidung verwendeten Merkmale entstammen den Arbeiten Blidings (1933—1955). Die Beschreibungen sind zum Teil zusammengefaßt bei Kylin (1949, S. 19—30). Entscheidend für die Bearbeitung dieser sehr schwierigen Gruppe war, daß Herr Dr. Bliding mehrmals eine Reihe von Proben, die ich ihm zusandte, bestimmte und zum Teil auch kultivierte und daß er darüber hinaus mir zahlreiche freundliche Hinweise für die Bestimmung gab. — Die von mir für die einzelnen Arten angegebenen Maßzahlen gelten für das mir vorliegende Material, das also meist in sehr schwach brackigem Wasser gewachsen ist.

19. *Enteromorpha compressa* (L.) Grev.

Thallus im Gebiet meist nur wenige Zentimeter groß, im jugendlichen Zustand röhrig, später flach, bis etwa 7 mm breit, stets verzweigt, wobei die Äste auch bei einer größeren Pflanze mikroskopisch klein sein können. Die gefundene Zellgröße ist 10—18 μ. Nur im Stiel der Pflanze können die Zellen wesentlich größer werden. Die Zellen sind niemals in Reihen angeordnet. Der Chromatophor liegt beim Blick auf die Fläche des Thallus meist an der apikal gelegenen Wand der Zelle. Er hat ein großes Pyrenoid.

In der Geeste innerhalb Bremerhavens in der Tidenhubzone und an schwimmenden Anlegern massenweise. In der Unterweser von Dedesdorf ab zunächst häufig, bis zur Mündung zunehmend und bei Nordenham, Blexen und in Bremerhaven in der Tidenhubzone wie an schwimmenden Anlegern massenweise.

20. *E. intermedia* Bliding. — Bliding 1955, S. 253—262 u. Fig. 1—6.

Thallus röhrenförmig, mehrere Zentimeter groß, um 350 μ dick, verzweigt, Zellen mehr oder weniger rechteckig, in Längs- und Querreihen angeordnet, 10—18 μ lang und 6—9 μ breit, mit einem Chromatophor, der meist 1—2, selten 3 Pyrenoide hat. — Im Juni 1957 an einem schwimmenden Anleger in der Geestemündung nicht selten.

21. *E. intestinalis* (L.) Link.

Pflanzen bis mehrere Dezimeter groß, stets unverzweigt, die größeren oft gekröseartig, die kleineren mit röhrigem Thallus und dann oft nur durch die fehlende Verzweigung von jungen Pflanzen von *E. compressa* unterschieden. Zellen ungeordnet, bei typischer Ausbildung der Pflanze um 12—20 (—25) μ groß, an manchen Standorten aber weniger als 10 μ. Chromatophor wie bei *E. compressa.*

In der Mündung der Geeste an schwimmenden Anlegern wie in der Tidenhubzone massenhaft. In der Weser oberhalb Bremens mehrfach in Wasserspiegelhöhe gefunden, eine Überlaufpfütze des Flusses bei Habenhausen war fast ganz damit angefüllt. In den durch das Flutwasser aufgefüllten Wiesengräben des Harrier Sandes, die bei Niedrigwasser aber nicht ganz leer laufen, massenweise. In der eigentlichen Tidenhubzone nur in der Wesermündung, bei Nordenham und Blexen, hier aber in der gesamten Tidenhubzone wie an schwimmenden Anlegern massenhaft und bei Blexen meist herrschend, oft zusammen mit *E. compressa.* Im Neuen Fischereihafen bei Bremerhaven bei 7 ‰ Salz und ohne Tidenhub in sehr großen Massen. Zur Ökologie der Alge vergleiche Seite 177.

22. *E. prolifera* J. Ag.

Pflanzen bis mehrere Zentimeter groß, verzweigt oder unverzweigt, Zellen bei typischer Ausbildung um 8—16 μ lang und etwas schmaler, in senkrechten oder häufiger schwach spiraligen Reihen angeordnet. Stiele fadenförmig dünn, aber mit besonders großen Zellen, die bis 32 μ lang waren. An manchen Standorten sind die Zellen wesentlich kleiner, und ihre reihenweise Anordnung ist, vor allem im Hauptstamm, nicht mehr vorhanden. Solche Formen sind dann oft schwer zu bestimmen.

In der Mündung der Geeste häufig. In der Weser von Rechtenfleth ab gefunden, hier zusammen mit *Blidingia* im mittleren und oberen Teil der Tidenhubzone. In der Wesermündung bei Blexen in der gesamten Tidenhubzone häufig.

23. *Blidingia minima* (Kütz) Kylin. (= *Enteromorpha minima* Kütz.)

Pflanzen mehrere Zentimeter groß, Thallus meist flach, $^1/_2$—1 (—3) mm breit, mäßig bis kräftig verzweigt. Zellen ungeordnet, 4—8 μ, vereinzelt aber auch bis 11 μ groß. Chromatophor bei der Draufsicht auf den Thallus an der oberen Wand der Zelle liegend und so im Gesichtsfeld die ganze Zelle ausfüllend, gelbgrün, mit einem zentralen Pyrenoid.

Die häufigste Alge im Untersuchungsgebiet und die Form mit der größten Massenproduktion. — Überall, wo eine feste Unterlage vorhanden ist, vor allem auf Steinen und Holz, aber auch etwa an Wurzeln und Schilfhalmen tritt sie vom Frühjahr bis zum Herbst im oberen und mittleren Teil der Tidenhubzone sämtlicher untersuchten Flüsse in Massen auf. Im Winter stirbt sie zum größten Teil ab. — In der Hamme nur in der Nähe der Mündung, geht sie in der Wümme bis Wasserhorst, in der Hunte bis 17 km unterhalb Oldenburgs, in der Geeste bis zur Schiffdorfer Stauschleuse. Von den genannten Stellen ab bildet sie einen anfänglich lockeren, aber schnell dichter werdenden Gürtel von mehreren Metern Breite zu beiden Seiten der Flüsse bis zu ihrer Mündung. In der Weser ist sie auch oberhalb des Weserwehres im Frühjahr gelegentlich massenweise vorhanden, wächst hier aber nur genau in Wasserspiegelhöhe und stirbt ab bei einem plötzlichen Sinken oder Steigen des Wasserspiegels, so daß sie auf die Dauer gegenüber *Ulothrix* und *Cladophora,* die auch unterhalb des Wasserspiegels gedeihen, nicht konkurrenzfähig ist. Vom Weserwehr bis zur Mündung der Weser bildet sie den allen Schiffern bekannten grünen Gürtel zu beiden Seiten des Flusses. Erst bei Blexen muß sie ihre Herrschaft an *Enteromorpha intestinalis* und *E. compressa* abgeben, findet sich aber auch hier noch häufig und geht — mit den anderen genannten Algen zusammen — jetzt sogar hinab bis an die untere Grenze der Tidenhubzone. — In der Hunte und in der Wümme geht die Art also nicht soweit flußaufwärts, wie der Tidenhub reicht. Die Grenze in der Hunte beruht wohl darauf, daß die Steine der Ufereinfassung in diesem Fluß mehr als anderswo mit Schlick bedeckt sind und also *Blidingia* keinen festen Halt mehr geben. Die Grenze des Vorkommens in der Wümme ist aber nur dadurch zu erklären, daß die Alge in unserem Gebiet in reinem Süßwasser nicht mehr gedeiht. Steiniges Substrat würde sie weiter flußaufwärts noch reichlich finden, aber etwa bei Wasserhorst ist die Grenze, bis zu der das salzreichere Weserwasser von der Flut getragen wird. Während dieses einen Chloridgehalt von mehr als 250 lmg hat, ist im Wümmewasser weiter oberhalb, das ja nicht durch Kaliabwässer versalzen ist, nur bis etwa 50 lmg Chlorid enthalten (vergl. Hustedt 1957, S. 372). — Gegen Verschmutzung wie gegen längeres Trockenliegen ist die Alge sehr unempfindlich, dauernde Wasserbedeckung vermag sie aber nicht zu ertragen, und im Gebiet kann sie nicht in reinem Süßwasser gedeihen.

24. *Prasiola calophylla* (Carmich.) Menegh. — Knebel 1935, S. 24—26 u. Fig. 12.

In typischer Ausbildung. Der Stiel der Pflanze ist an der Basis stets nur eine Zellreihe breit, verbreitert sich dann aber bald bis auf etwa acht oder mehr nebeneinander liegende Doppelreihen. Die Pflanzen sind bandförmig, mehrere Zentimeter lang und bis etwa 1 mm breit. — Im November 1957 war ein größerer hölzerner schwimmender Laufsteg in der Hunte dicht unterhalb der Schleuse bei Oldenburg der ganzen Länge nach in der Wellenschlagzone und dicht darüber mit dieser Alge besetzt. Im April des gleichen Jahres fand sich in der Unterweser im Vegesacker Hafen an einer verschmutzten Stelle an der oberen Grenze der Flutzone auf Steinen eine größere makroskopische Watte.

25. *Pr. crispa* (Lightf.) Menegh. subsp. *eucrispa* Knebel. L. c. S. 15—20 u. Fig. 2—5.

In typischer Ausbildung. — Im November 1957 in der Hunte 7 km unterhalb Oldenburgs im Moosgürtel in der Spritzzone der Hochwasserlinie zahlreiche makroskopische Watten und makroskopische Einzelfäden, die überall das Moos durchzogen, im Status Hormidii und Schizogonii.

26. *Stigeoclonium tenue* Kütz. — Heering 1914, S. 78.

Über die Art vergleiche das früher von mir Gesagte (Behre 1956, S. 339). Die Art hat ihre Hauptentwicklung im Frühjahr, findet sich mehr vereinzelt aber auch in allen anderen Jahreszeiten. Sie kann das Trockenliegen nicht ertragen, ist im übrigen aber auf jeder festen Unterlage zu finden, erträgt auch den im Gebiet vor-

kommenden Salzgehalt. — In Hamme und Wümme vereinzelt, in der Lesum in größeren Watten gefunden unter dem Ausfluß einer Quelle in der Tidenhubzone sowie an einem schwimmenden Anleger, in der Geeste im Mittellauf vereinzelt, im Unterlauf nur an einem schwimmenden Anleger in der Mündung. Im Küstenkanal und in den Armen der Hunte oberhalb Oldenburgs in größeren Watten. In der Weser tritt sie oberhalb Bremens zeitweise als Massenform auf, ist unterhalb der Stadt in der eigentlichen Tidenhubzone gar nicht zu finden, ist aber an den schwimmenden Anlegern vor allem im Frühling meist häufig und gelegentlich herrschend. — Über ihre Toleranz gegenüber Verschmutzung vergleiche man Seite 112.

27. *Draparnaldia glomerata* (Vauch.) Ag. — L. c. S. 91 u. Fig. 132.

In typischer Ausbildung in einer Probe aus dem Mittellauf der Hamme.

28. *Dr. plumosa* (Vauch.) Ag. — L. c. S. 89 u. Fig. 133.

Die Seitenzweige sind bei dieser Art oft so lang ausgebildet, daß man die Art mit *Stigeoclonium* verwechseln kann, wenn keine ganzen Pflanzen vorliegen. — Sie hat die gleichen ökologischen Ansprüche wie *Stigeoclonium tenue*. Im Mittellauf der Wümme einmal, an einem schwimmenden Anleger in der Lesum einmal eine größere Watte, in der Weser oberhalb Bremens zusammen mit *Stigeoclonium* in größeren Mengen.

29. *Microthamnion Kützingianum* Naeg. — L. c. S. 118 u. Fig. 170.

In der Hamme wie in der Hunte und ihren Zuflüssen vereinzelt. In der Kleinen Weser in Bremen einige Pflanzen, etwas mehr an schwimmenden Anlegern in der Unterweser, vor allem bei Mittelsbüren. Nicht an Stellen, wo es trocken liegen muß.

30. *M. strictissimum* Rabenh. — L. c. S. 118 u. Fig. 171.

Die Zellen sind bis zehnmal so lang wie breit, die Form würde demnach also der var. *macrocystis* Schmidle entsprechen, die aber an anderen Standorten vorkommt. — Frühjahr 1958 an einem schwimmenden Anleger der Unterweser bei Mittelsbüren ziemlich häufig.

31. *Aphanochaete repens* A. Br. — L. c. S. 128 u. Fig. 169—182.

Diese in den benachbarten Wiesengewässern häufige Alge wurde im Litoral der Weser nur einmal gefunden.

32. *Coleochaete scutata* Breb. — L. c. S. 135 u. Fig. 194.

Auch diese Art ist, wie die vorhergehende, in den benachbarten Wiesengewässern häufig, fand sich aber nur in der Lesum in einigen Exemplaren auf *Rhizoclonium*.

Oedogonium Link. In der Tidenhubzone aller untersuchten Flüsse vereinzelt sterile Fäden dieser Gattung. Flußaufwärts des Tidenbereichs und an schwimmenden Anlegern waren sie etwas häufiger. Fruchtende Formen sah ich nicht. *Bulbochaete* wurde gar nicht gefunden.

Cladophorineae

1. *Rhizoclonium hieroglyphicum* (C. A. Ag.) Kütz. emend. Stockmayer. — Heering 1921, S. 20 u. Fig. 20—27.

Die Fadendicke läßt sich bei dieser Art nur im beschränkten Umfang zur Abgrenzung der einzelnen Subspecies verwenden, da sie manchmal selbst innerhalb eines Fadens in beträchtlichem Maße schwanken kann. In einem extremen Falle war die Zelldicke in einem Teil des Fadens 26 μ und wechselte dann von einer Zelle zur anderen auf 48 μ. Die Zellen des dickeren Teiles stellten aber keine Akineten dar, sondern waren zum Teil in lebhafter Schwärmerbildung begriffen. — Die Schwär-

mer sind langgestreckt, ellipsoidisch bis birnförmig, um 15 μ lang und um 10 μ dick, mit farblosem Vorder- und Hinterende. In der Mitte befindet sich der gürtelbandförmige Chromatophor. Auch das Stigma liegt fast genau in der Mitte der Zelle. Die Zahl der Geißeln konnte nicht festgestellt werden. Der Chromatophor ist in der Längsrichtung der Schwärmzelle gerippt. Er besteht also aus dickeren, grünen Teilen, die durch dünnere Zwischenstücke untereinander verbunden sind. Die Zwischenstücke können farblos sein, und der Chromatophor kann an den dünneren Stellen auch in mehrere Teile zerfallen, wobei dann einzelne von diesen in das sonst farblose Hinterende des Schwärmers geraten können. Das Vorderende bleibt aber anscheinend stets frei von ihnen.

Die Einstufung der Art als oligosaprob, die sowohl Kolkwitz als auch Liebmann vornehmen, ist für unser Gebiet zu günstig. Die Alge ist am kräftigsten in den stärker verschmutzten Teilen unserer Flüsse entwickelt. Doch möchten bei ihr hinsichtlich der Toleranz gegenüber Verschmutzung und Salzgehalt ökologisch verschiedene Rassen vorliegen. (Vergl. S. 108.)

— — subsp. *hieroglyphicum* sensu stricto Kütz. — L. c. S. 20.

Hierher wurden die Formen gerechnet mit einer Fadendicke von 20—25 μ (dünnere Fäden als 20 μ fanden sich nicht) und einer etwa 2—5mal so großen Länge, ohne oder mit sehr vereinzelter Rhizoidbildung, bei der die Rhizoide nicht durch eine Querwand abgetrennt waren.

— — subsp. *crispum* (Kütz.) Stockmayer. — L. c. S. 21.

Sie unterscheidet sich von der vorigen durch die kürzeren Zellen und die oft stärker gewundenen Fäden. Die Zellmembran war meist nicht dicker als bei *hieroglyphicum*. Die Unterart ist mit der vorhergehenden und der folgenden durch Übergänge verbunden und von ihnen meist schwer abzutrennen.

— — subsp. *riparium* (Harvey) Stockmayer. — L. c. S. 21.

Sie unterscheidet sich von der vorigen vor allem dadurch, daß bei ihr Zweigbildungen weit häufiger sind, daß häufig Querwände an den Zweigen auftreten und daß die Zweige vereinzelt auch mehrzellig sein können. Zahlreiche Übergänge zu den beiden anderen Unterarten erschweren die Entscheidung oft. Budde, der die Art in Salzwasser verschiedener Konzentration kultiviert hat, schreibt (1933, S. 320): „Der Kulturversuch hat gezeigt, daß die subsp. *riparium* nur eine Standortform von *Rhiz. hieroglyphicum* ist." Anderseits wird die Form von Kylin (1949, S. 50) als selbständige Art angesehen.

Diese drei Unterarten haben die gleichen ökologischen Ansprüche und kommen meist zusammen vor, oft in den gleichen Watten gemischt. Abgesehen von Perioden starken Frostes findet man ihre Watten das ganze Jahr hindurch. Die Subspecies *hieroglyphicum* geht in den Flüssen anscheinend am weitesten nach oben. — In der Hamme und Wümme ist die Art — meist *hieroglyphicum* — nur spärlich gefunden, in der Lesum — in allen drei Unterarten — häufig bis sehr häufig, stellenweise massenhaft, sowohl in der Tidenhubzone als auch — mehr vereinzelt — an Stellen, wo sie dauernd im Wasser ist. Das gleiche Vorkommen gilt von der Geeste von der Schiffdorfer Stauschleuse ab, während die Art in der Hunte — meist als *hieroglyphicum* — wieder nur spärlich gefunden wurde. In der Weser oberhalb Bremens findet man die Subspecies *hieroglyphicum* in mäßiger Häufigkeit, in Bremen selbst und unterhalb davon sind wieder alle drei Unterarten und jetzt zeitweise als Massenform entwickelt. Ihr Verhalten hier im *Blidingietum* ist im ökologischen Teil beschrieben (vergl. S. 96). Noch bei Blexen kommt die Alge in großen Mengen vor. — Im ganzen haben also diese drei Unterarten in den untersuchten Flüssen ihre Hauptentwicklung in den Gebieten stärkerer Versalzung, stärkerer Verschmutzung und regelmäßigen Trockenliegens.

— — subsp. *tortuosum* (Kütz.) Stockmayer. — L. c. S. 25.

Diese Unterart ist im allgemeinen sicher von den drei anderen zu unterscheiden.

Ihre Fäden sind tief dunkelgrün, nicht blaßgrün, wie man nach dem Vergleich der Süßwasserflora mit subsp. *riparium* erwarten sollte. Die Zellen sind 35—60 μ dick und $^3/_4$—3mal so lang wie dick, ihre Membran ist im allgemeinen etwas dicker als bei den anderen Unterarten. Rhizoide wurden nur recht selten beobachtet. Nicht selten waren Akineten mit besonders dicker Zellmembran und einer Zelldicke bis 75 μ. — Die Subspecies ist weniger häufig als die anderen. Sie scheint empfindlich zu sein gegen das Trockenliegen und vielleicht auch gegen höheren Salzgehalt. Zwar findet man sie auch in der Tidenhubzone, aber fast immer in ihrem unteren Teil, wo sie längere Zeit vom Wasser bedeckt ist, so in der Lesum und in der Hunte unterhalb des *Blidingia*-Gürtels fast an der unteren Grenze der Flutzone auf Steinen in eigenen Watten. Auch in der Weser oberhalb Bremens finden sich eigene Watten, ebenso zwischen Bremen und der Lesummündung an zahlreichen Stellen unterhalb des *Blidingia*-Gürtels, während die Alge zwischen *Blidingia* nur in einzelnen Fäden gefunden wurde. Unterhalb der Lesummündung habe ich sie nicht mehr gesehen.

2. *Cladophora crispata* (Roth) Kütz. emend. Brand. L. c. S. 40 u. Fig. 40.

Die Unterscheidung der Art von wenig verzweigten Zuständen von *Cl. glomerata* ist nicht immer leicht. Als unterscheidende Merkmale dienten die geringere Zahl der aus einer Mutterzelle abstammenden Tochterzellen, die mehr sperrige Verzweigung und die selteneren basalen Verwachsungen an den Verzweigungen. Häufig fand sich auch die losgerissene Form *(Cl. fracta)* zusammen mit der festsitzenden. — Die Art ist in den Wiesengewässern in der Nähe der Flüsse häufiger, in ihnen selbst fand sie sich nur in der Weser oberhalb Bremens, hier in ruhigen Buchten des Flusses aber manchmal (im Sommer und Herbst) in großen Mengen, einmal auch in einer Dauerpfütze innerhalb der Tidenhubzone bei Mittelsbüren.

3. *Cl. fracta* Kütz. emend. Brand. — L. c. S. 42 u. Fig. 41—44.

Wenn wir diese Form als selbständige Art neben *Cl. crispata* aufrechterhalten, so geschieht das nur deshalb, weil man diese frei treibende Form im Gegensatz zur typischen *Cl. crispata* (die ja festgewachsen ist) stets sicher identifizieren kann, sie also nicht mit *Cl. glomerata* verwechselt. Auch sie ist in stehenden Gewässern in der Nähe der Weser häufiger, ist in den Zuflüssen nicht gefunden, in der Weser nur oberhalb des Wehres in ruhigen Buchten, zusammen mit *Cl. crispata,* angeschlungen an *Potamogeton* und andere Phanerogamen, stellenweise als Massenform.

— — var. *lacustris* (Kütz.) Brand. — L. c. S. 46.

Zellen 20—33 (—46) μ dick und bis 180 μ lang. In der Weser zusammen mit dem Arttypus, aber in geringerer Häufigkeit.

— — var. *rivularis* (Kütz.) Brand. — L. c. S. 52 u. Fig. 44.

Zellen meistens um 40 μ dick und 150—240 μ lang, seltener nur 30 μ dick. Verzweigung sehr ärmlich, in den meisten Proben fanden sich erst nach längerem Suchen einzelne Zweige. — Im gesamten Mittellauf der Hamme bei zwei Besuchen häufig bis sehr häufig, frei in dem sehr langsam fließenden Wasser treibend oder häufiger an höhere Wasserpflanzen angeschlungen.

4. *Cl. glomerata* (L.) Kütz. emend. Brand. — L. c. S. 35 u. Fig. 14, 15, 39.

Zur Art vergleiche man das bei den beiden vorhergehenden Arten Gesagte. Auffassungen anderer Autoren über sie sind bei Kann (1959, S. 166) angegeben. Im Gegensatz zu *Cl. crispata* und *Cl. fracta* bewohnt *Cl. glomerata* kräftiger bewegtes Wasser. Sie ist ziemlich unempfindlich gegen Verschmutzung, so daß die Einstufungen von Kolkwitz und von Liebmann als oligosaprob vielleicht zu günstig sind (vergleiche auch hierzu die genannte Arbeit von Kann). Sie kann aber das Trockenliegen nicht ertragen und scheint empfindlich gegen stärkeren Salzgehalt zu sein. — In der Lesum in der Tidenhubzone in zwei Mündungen von Zuflüssen, wo die Alge stets unter Wasser ist, nicht selten, an einem schwimmenden An-

leger in größeren Mengen, an einem Wehr in der Mündung des Neuen Kanals in die Hunte vereinzelt, in der Weser oberhalb des Wehres in Bremen zeitweise massenhaft und herrschend, vor allem an der Steinmauer des Schleuseneingangs beim Wehr, aber auch an anderen Stellen, wo kräftiger Wellenschlag vorhanden ist. Unterhalb Bremens im Bereich der Tide nur an schwimmenden Anlegern gefunden, hier aber an jedem Anleger zwischen dem Weserwehr und Klippkanne (km 43), meist in größerer Häufigkeit, oft als Massenform herrschend. Mehrfach auch in der Mündung von Sielen, wo die Alge auch bei Niedrigwasser nicht trocken liegt. Der auf den Anleger bei Klippkanne folgende nächste Anleger bei Nordenham (km 58) trug die Alge nicht mehr. Ebenso wurde sie an den Anlegern bei Blexen und in der Geestemündung, die noch stärker brackiges Wasser haben, nicht mehr gesehen. Offenbar verschwindet die in der Weser heimische Form beim Eintreten der Sprungzone des Salzgehaltes. Die von Kylin für die schwedische Westküste genannten Brackwasserformen dieser Art müßten demnach physiologisch anders angepaßte Rassen sein.

5. *Cl. rupestris* (L.) Kütz. — Kylin 1949, S. 51 u. Fig. 52.

Die Zellen der Hauptäste sind 80—100 μ dick und 190—500 μ lang, im ganzen 2—6mal so lang wie breit. Die Zellen der letzten Verzweigungen sind 50—72 μ dick und 120—190 μ lang. Die Maße sind hier in sehr schwach brackigem Wasser also etwas kleiner als bei den Formen der schwedischen Westküste. Die Äste sind angedrückt bis aufrecht. Manchmal gehen auch zwei Äste von einer Mutterzelle aus, und diese können dann an der Basis verwachsen sein. Die letzten Zellen der Zweige waren zum Teil in Schwärmerbildung und dann an den Querwänden eingeschnürt oder im ganzen tonnenförmig. — An einem schwimmenden Anleger in der Geeste kurz vor ihrer Mündung nicht selten.

6. *Cl. sericea* (Huds.) Kütz. — L. c. S. 53 u. Fig. 54.

Pflanzen 2—6 cm groß. Zellen der Hauptäste 42—128 μ dick und 138—1000 μ lang, im ganzen $3^1/_2$—8mal so lang wie breit. Zellen der letzten Verzweigungen 26—40 μ dick und 150—250 μ lang. Auch hier sind, wie bei der vorhergehenden Art, die Maße also zum Teil kleiner als bei Kylin. Die Verzweigung ist sehr reich. — In der Geeste an einem schwimmenden Anleger dicht vor der Mündung bei jedem Besuch ziemlich häufig bis sehr häufig, stets einige Zentimeter unter dem Wasserspiegel, während in Wasserspiegelhöhe meist ein dichter Bewuchs von Enteromorphen herrschte. In der Unterweser an einem schwimmenden Anleger bei Nordenham in wenigen Exemplaren.

Conjugatae

1. *Spirogyra lacustris* Czurda. Czurda 1932, S. 176 u. Fig. 182.

In typischer Ausbildung. — Von dieser Art, die auch sonst im Gebiet zu den häufigeren der Gattung gehört, fanden sich größere Watten in der Mündung des Neuen Kanals in die Hunte, im unteren Teil der Tidenhubzone auf dem Boden des Gewässers, der durch den Abfluß vom Neuen Kanal auch bei Niedrigwasser nicht trocken lag. Der mittlere Tidenhub beträgt hier etwa 2 Meter, die Sichttiefe etwa 0,5 Meter.

Die Zygnemales sind im allgemeinen sehr salzempfindlich. Sterile Einzelfäden von *Mougeotia* und *Spirogyra* waren in allen Flüssen mehr oder weniger häufig, in der Geeste aber nur oberhalb der Schiffdorfer Stauschleuse und in der Weser nur bis zum Harrier Sand. Eine größere kopulierende Watte von *Spirogyra Kiusamoënsis* fand sich allerdings in einem sehr wahrscheinlich brackwasserhaltigen Graben hinter dem Außenweserdeich bei Dohrum.

2. *Mesotaenium caldariorum* (Lagerh.) Hansg. — Krieger 1937, S. 196 u. Taf. 3, Fig. 11—12.

Zellen 24—56 × 10—11 μ, also zum Teil länger als die Diagnose verlangt, aber die Anwesenheit von nur einem Chromatophor und das häufige Auftreten von abgewinkelten Zellenden sowie von gekrümmten Zellen sprechen für diese Art. — Einmal in der Geeste bei der Schiffdorfer Stauschleuse auf Holztorf im oberen Teil der Tidenhubzone häufig in einer Watte von *Heterothrix Bristoliana*. Einmal an einem schwimmenden Anleger in der Weser bei Nordenham häufig in einer Watte von *Enteromorpha compressa* in Wasserspiegelhöhe. Eine der wenigen Desmidiaceen, die noch in ziemlich starkem Brackwasser vorkommen.

3. *M. Endlicherianum* Naeg. fa. — L. c. S. 193 u. Taf. 3, Fig. 5.

Zellen 16—37 × 8—12 μ, also im allgemeinen kürzer als bei der Art. Die Form würde daher mehr zur vorhergehenden Art oder zu *M. chlamydosporum* passen, aber die Anwesenheit von zwei Chromatophoren und die stets breit abgerundeten Zellenden sprechen für diese Art. Die Zweizahl der Chromatophoren und die häufig vorhandene Krümmung der Zellen trennen sie von *M. chlamydosporum*. — Einmal in der Geeste an der Mauer der Schiffdorfer Stauschleuse in mittlerer Höhe des Tidenhubs häufig in einer Enteromorphawatte, in der Mündung des Küstenkanals in die Hunte zwischen Moos dicht über dem Wasserspiegel mäßig häufig die gleiche Form.

4. *M. macrococcum* var. *micrococcum* (Kütz.) W. u. W. — L. c. S. 199 u. Taf. 4, Fig. 4.

Zellen 19—23 × 13—14 μ. — In verschiedener Häufigkeit in einigen Proben an der oberen Flutgrenze der Weser in Bremen und bei Mittelsbüren.

5. *Cylindrocystis Brébissonii* Menegh. — L. c. S. 207 u. Taf. 6, Fig. 4—7.

Im Mittellauf der Geeste bis zur Stauschleuse ziemlich häufig. Im Küstenkanal vor der Einmündung in die Hunte zwischen Moos und auf Holz. In der Weser oberhalb der Lesummündung zwischen Moos in der Spritzzone häufig. Die Alge ist ausgesprochen aërobiont (vergl. auch Behre 1956, S. 295f). Auch zeitweilige regelmäßige Überflutungen meidet sie. Ihre sämtlichen Fundstellen liegen entweder soweit flußaufwärts, wie die Flut nicht reicht und dann dicht über dem Wasserspiegel zwischen Moos bzw. in Watten von Luftalgen oder sonst seltener in der Spritzzone der Flutwelle, nie im eigentlichen Bereich des Tidenhubs.

6. *Closterium aciculare* T. West. — L. c. S. 265 u. Taf. 13, Fig. 1—2.

Einige Male im Weserplankton. Allochthon.

7. *Cl. acutum* Bréb. — L. c. S. 259 u. Taf. 13, Fig. 10—13.

Ganz vereinzelt in der Geeste und der Weser.

8. *Cl. Baylianum* Bréb. — L. c. S. 327 u. Taf. 26, Fig. 7—8.

Ein Einzelfund in der Hunte. — Allochthon.

9. *Cl. Dianae* Ehrenb. — L. c. S. 294 u. Taf. 19, Fig. 9—11.

Ganz vereinzelt in der Hamme.

— — var. *brevius* (Wittr.) Pettkopf. — L. c. S. 296 u. Taf. 19, Fig. 13.

Zelle 136×16 μ. — Ein Einzelfund in der Hamme.

10. *Cl. Ehrenbergii* Menegh. — L. c. S. 285 u. Taf. 18, Fig. 1.

Einmal in der Geeste und einige Male im Weserplankton.

— — var. *Malinvernianum* Krieger. — L. c. S. 287 u. Taf, 18, Fig. 2.

Einmal in der Wümme, ziemlich vereinzelt in den Armen der Hunte, ganz vereinzelt in der Weser.

11. *Cl. Kützingii* Bréb. — L. c. S. 351 u. Taf. 32, Fig. 8—9.

Ziemlich vereinzelt in der Hamme, Geeste und Hunte, einmal in der Unterweser.

12. *Cl. lanceolatum* Kütz. — L. c. S. 319 u. Taf. 24, Fig. 9.

Zelle 330×48 μ. — Ein Einzelfund in der Hunte.

13. *Cl. littorale* Gay. — L. c. S. 298 u. Taf. 20, Fig. 3—4.

Zellen 131—220 μ lang und 13—19, an den Enden 2,7—3,5 μ breit. In den Vakuolen ein Gipskristall. — In allen Armen der Hunte, auch unterhalb Oldenburgs, aber überall vereinzelt. In der Weser vereinzelt, aber auch oberhalb Bremens. — Die Art wurde von mir in den Seen um Bremen nicht gefunden.

14. *Cl. gracile* Bréb. — L. c. S. 310 u. Taf. 30, Fig. 7—8.

Einige Male im Plankton der Wümme und der Lesum.

15. *Cl. malinvernianiforme* Grönbl. — L. c. S. 282 u. Taf. 17, Fig. 2—3.

Ein Einzelfund in der Wümme und mehrere im Weserplankton.

16. *Cl. moniliferum* (Bory.) Ehrenb. — L. c. S. 289 u. Taf. 18, Fig. 6—7.

Die Art gehört zu der kleinen Gruppe eutraphenter Desmidiaceen, sie hat ihre beste Entwicklung aber in einem bestimmten schwächeren Zustand der Eutrophie. Für ihre Verwendung als Indikator in unserem Flußsystem ist es nachteilig, daß sie kein Plankter ist und daher in der Tidenhubzone kaum vorkommen kann. Schon daher findet man sie in der Weser nur recht vereinzelt, und auch in der Geeste ist sie nur im Mittellauf gefunden. In der Lesum und der Hunte ist sie spärlich vertreten, in der Hamme dagegen ziemlich häufig und kennzeichnet dadurch auch diesen Fluß als eutroph.

17. *Cl. navicula* (Bréb.) Lütkem. — L. c. S. 257 u. Taf. 12, Fig. 8—9.

Einige Male in der Hamme.

18. *Cl. parvulum* Naeg. — L. c. S. 275 u. Taf. 16, Fig. 14—16.

Spärlich in Hamme und Wümme, ganz vereinzelt in der Hunte und Weser.

19. *Cl. praelongum* var. *brevius* Nordst. — L. c. S. 324 u. Taf. 25, Fig. 9.

Zellen 202—366 μ lang und 13—20 μ breit. In den Vakuolen je ein zusammengesetzter Gipskristall. — Verbreitung im ganzen wie die folgende Art, aber überall weniger häufig als diese. In der Hamme, Wümme, Lesum und Weser ziemlich vereinzelt, in der Hunte mäßig häufig.

20. *Cl. Pritchardianum* Archer. — L. c. S. 321 u. Taf. 25, Fig. 1—3.

Zellen 245—850 μ lang und 31—42 μ breit, an den Enden 6 μ breit, stets mit zahlreichen Gipskristallen in den Endvakuolen. Die Variabilität in der Größe ist also noch etwas stärker als bei Krieger angegeben. — Diese typisch eutraphente Desmidiacee ist die verbreitetste in unserem Flußsystem. In der Hamme mehr vereinzelt, in Wümme, Lesum, Geeste und Weser häufiger, aber im ganzen noch spärlich, ist sie in den Armen der Hunte oberhalb Oldenburgs als mäßig häufig zu bezeichnen und kennzeichnet damit wieder diesen Fluß als den am stärksten eutrophen.

21. *Cl. pronum* Bréb. — L. c. S. 263 u. Taf. 13, Fig. 5—6.

192—272 μ lang und 5—8, an den Enden 1—2 μ breit, die Formen sind also zum Teil kleiner als bei Krieger angegeben. — In Hamme, Geeste und Weser ziemlich vereinzelt, in der Hunte etwas häufiger.

22. *Cl. pseudolunula* Borge. — L. c. S. 305 u. Taf. 22, Fig. 3.

Von dieser in den benachbarten Wiesengräben nicht seltenen Desmidiacee wurde nur in der Unterweser ein Exemplar gefunden.

23. *Cl. rostratum* Ehrenb. — L. c. S. 354 u. Taf. 33, Fig. 1—2.

Zellen 280—420 μ lang und 24—27, an den Enden 4—6 μ breit. — Diese wohl auf Humusgewässer angewiesene Desmidiacee wurde in Hamme und Wümme je

einmal, in der Hunte oberhalb Oldenburgs und im Mittellauf der Geeste vereinzelt bis spärlich gefunden.

24. *Cl. setaceum* Ehrenb. — L. c. S. 356 u. Taf. 33, Fig. 8—9.
Einmal in der Hamme.

25. *Cl. striolatum* Ehrenb. — L. c. S. 337 u. Taf 28, Fig. 8—9.
Einmal in der Hunte.

26. *Cl. tumidum* Johns. — L. c. S. 267 u. Taf. 14, Fig. 10—11.
Von dieser von mir in den Seen um Bremen nicht festgestellten Art fand sich ein gesichertes Exemplar in der Hunte oberhalb Oldenburgs.

27. *Cl. Venus* Kütz. — L. c. S. 272 u. Taf. 16, Fig. 1—3.
Zellen 53—59 × 9—10 μ. — Vereinzelt in der Hamme und Hunte.

28. *Pleurotaenium trabecula* (Ehrenb.) Naeg. — L. c. S. 395 u. Taf. 40, Fig. 1—4.
Ein Einzelfund in der Hamme.

29. *Euastrum oblongum* (Grev.) Ralfs. — L. c. S. 526 u. Taf. 70, Fig. 3—5.
Ein Einzelfund in der Hamme.

30. *Cosmarium bioculatum* Bréb. — West u. Carter, 1904—1923, Bd. 2, S. 165 u. Taf. 61, Fig. 3—7.
Einmal in einem Wümmearm oberhalb Borgfelds und einige Male im Plankton der Unterweser.

31. *C. Botrytis* Menegh. — L. c. Bd. 4, S. 1 u. Taf. 96, Fig. 1.
Vereinzelt in der Hamme und Hunte.

32. *C. formosulum* (Hoff). — L. c. Bd. 3, S. 240 u. Taf. 88, Fig. 1—3.
Einmal in der Geeste, nicht selten im Mittellauf der Hamme.

33. *C. globosum* fa. *minus* Boldt. — L. c. Bd. 3, S. 30.
Zelle 24 μ lang und 15 (Isthmus 12) μ breit. — Ein Einzelfund in der Hunte.

34. *C. granatum* Bréb. — L. c. Bd. 2, S. 186 u. Taf. 63, Fig. 1—3.
Neben typischen Formen fand ich auch hier häufiger die gleichen kleineren und zu *C. impressulum* hinüberleitenden, die im Zwischenahner Meer häufig waren Behre 1956, S. 353) und die Borge (1921, Taf. 1, Fig. 9) für den Tåkernsee abbildet. — Ziemlich vereinzelt in der Hamme, einige Male in der Hunte und Geeste.

35. *C. impressulum* Elfv. — L. c. Bd. 3, S. 86 u. Taf. 72, Fig. 14—18.
Einige Male in der Hamme.

36. *C. punctulatum* Bréb. — L. c. Bd. 3, S. 206 u. Taf 84, Fig. 13—14.
Einmal in der Wümme, spärlich in der Hamme.

37. *C. quadratum* fa. *Willei* W. u. W. — L. c. Bd. 3, S. 59 u. Taf. 87, Fig. 21—22.
Ein Einzelfund in der Hamme.

38. *C. reniforme* (Ralfs) Arch. — L. c. Bd. 3, S. 157 u. Taf. 78, Fig. 1—2.
Ein Einzelfund in der Wümme.

39. *C. subcrenatum* Hantzsch. — L. c. Bd. 3, S. 228 u. Taf 86, Fig. 10—14.
Ganz vereinzelt im Mittellauf der Geeste.

40. *C. subprotumidum* Nordst. — L. c. Bd. 3, S. 231 u. Taf. 86, Fig. 19—21.
Einige Male in der Hamme und einmal in der Hunte.

41. *C. Turpinii* Bréb. — L. c. Bd. 3, S. 189 u. Taf. 82, Fig. 16—17.

Einige Male in der Hamme.

42. *C. vexatum* West. — L. c. Bd. 3, S. 187 u. Taf. 92, Fig. 4.

Einige Male in der Hamme.

43. *Arthrodesmus triangularis* Lagerh. — L. c. Bd. 4, S. 97 u. Taf. 114, Fig. 11 bis 13.

Ein Einzelfund im Geesteplankton.

44. *Staurastrum chaetoceras* (Schröder) G. M. Smith. — Smith 1924, S. 99 u. Taf. 76, Fig. 21—24.

Einmal in der Hunte und einige Male im Weserplankton.

45. *St. cuspidatum* Bréb. — L. c. S. 74 u. Taf. 68, Fig. 27—34.

Die Formen entsprechen, wie auch die in den Seen um Bremen gefundenen Formen dieser Art (Behre 1956, S. 357), meist den von Smith für Amerika angegebenen Formen mit den längeren Stacheln. — In den Armen der Hunte nicht selten, in der Geeste mehr vereinzelt.

46. *St. lunatum* Ralfs. — Grönblad 1934, S. 266 u. Fig. 43 u. 44.

Einige Male im Geesteplankton.

47. *St. paradoxum* Meyen. — Skuja 1956, S. 233 u. Taf. 37, Fig. 15 sowie Taf. 38, Fig. 1—3.

Einzelfunde in Hamme und Wümme, vereinzelt in Geeeste, Hunte und Weser.

48. *St. pseudopelagicum* W. u. W. — Skuja 1948, S. 178 u. Taf. 21, Fig. 1.

Vereinzelt in der Unterweser.

49. *St. punctulatum* Bréb. — West u. Carter 1904—1923, Bd. 4, S. 179 u. Taf. 127, Fig. 8—11.

Vereinzelt in der Wümme, Geeste und Hunte.

50. *St. tetracerum* Ralfs. — L. c. Bd. 5, Taf. 149, Fig. 2—4.

Ein Einzelfund aus der Hamme, ziemlich häufig in der Hunte und in ihren Armen, wohl aus dem Dümmer stammend. Ein Einzelfund aus der Weser unterhalb der Huntemündung.

51. *Sphaerozosma granulatum* Roy et Bisset. — L. c. Bd. 5, Taf. 160, Fig. 6—7.

Vereinzelt in der Hunte.

52. *Hyalotheca dissiliens* (Sm.) Breb. — L. c. Bd. 5, Taf. 161, Fig. 16—18.

Einmal in der Hamme.

V. Zusammenfassung der Ergebnisse

Bei der Untersuchung der Unterweser und ihrer Zuflüsse wurden insgesamt 506 Arten an Algen, Flagellaten und Bakterien in 540 Formen festgestellt (ohne die Kieselalgen). Eine Gattung und eine weitere Art wurden neu beschrieben.

Die zahlenmäßige Verteilung der gefundenen Formen auf die einzelnen Algengruppen bringt Tabelle 6 auf Seite 170, die Zahlen für die in den einzelnen Flüssen gefundenen Formen enthält Tabelle 7 auf Seite 172.

Während im Plankton der Unterweser und zeitweise auch in dem ihrer Zuflüsse die Kieselalgen herrschen, werden die makrophytischen Massenformen des Litorals von anderen Algen gebildet.

Das Plankton der Unterweser enthält in den von mir untersuchten Algengruppen — im Gegensatz zu den Kieselalgen — keine biotopeigene Formen, sondern es besteht aus den Süßwasserarten, die vom Mittellauf der Weser und aus ihren Zuflüssen mit dem Oberwasser kommen und sich im Unterlauf mehr oder weniger gut halten. Es hat eine ziemlich hohe Artenzahl, aber die einzelnen Arten haben meist eine geringe Häufigkeit und fast immer nur eine sehr geringe Beständigkeit.

Im Plankton findet sich auf der ganzen Strecke zwischen Bremen und Bremerhaven eine vertikale Schichtung.

Für die Uferbesiedlung der Unterweser mit Algen ist der Tidenhub ein entscheidender Faktor. Oberhalb der beim Weserwehr in Bremen gelegenen Tidenhubzone entspricht der Uferbewuchs des Flusses weitgehend dem eines eutrophen Sees des hiesigen Gebietes. Unterhalb von ihr werden die Massenformen des Litorals an den Stellen, die dem periodischen Trockenliegen ausgesetzt sind, zum weitaus größten Teil von Brackwasseralgen gebildet, zum geringeren von atmophytischen Süßwasseralgen. Die Algenbesiedlung von Dauerpfützen und Schwimmkörpern hier ist bis etwa 50 km unterhalb Bremens im wesentlichen die gleiche wie die des Litorals oberhalb der Stadt. In der dann folgenden Sprungzone des Salzgehaltes (ab Nordenham, km 57) sowie in der Geestemündung herrschen auch an Schwimmkörpern und in Dauerpfützen Brackwasser- und Meeresalgen.

Vor allem auf Grund der Besiedlung der Schwimmkörper wird als Ursache für den Ausfall der Süßwasseralgen in der eigentlichen Tidenhubzone unterhalb Bremens zunächst das periodische Trockenliegen angesehen, in der Sprungzone der Weser wäre dann auch der Salzgehalt ausreichend. Der plötzliche Anstieg des Salzgehaltes in dieser Zone vernichtet die Planktonalgen des Süßwassers und ebenso die Süßwasseralgen des Litorals an den Stellen, wo diese nicht schon durch das Trockenliegen ausgemerzt sind. Während aber im Plankton jetzt eine Zone der Verödung eintritt, bilden im Litoral die Brackwasserformen hier einen dichten Uferbewuchs.

Die Zahl der in der Zone des Tidenhubs heimischen Litoralformen ist in der Unterweser und ihren Zuflüssen sehr gering. Eine Zusammenstellung ergab 25 Arten, die für den eigentlichen Bereich des Tidenhubs kennzeichnend sind. Zu ihnen kommen noch etwa 15 Arten in Dauerpfützen und an Schwimmkörpern im Gebiet des Tidenhubs. Diese wenigen Arten sind in bestimmter Weise auf die verschiedenen Substrate des Flußbettes verteilt und treten auf diesen meist als Massenformen auf, so daß hier typische Algenassoziationen gebildet werden. Mehrere Assoziationen werden neu beschrieben (S. 104 f).

Wenn im Unterlauf der untersuchten Flüsse auch Brackwasseralgen die Massenformen des Uferbewuchses stellen, so ist doch der Prozentsatz der im ganzen Untersuchungsgebiet gefundenen Halophyten im Verhältnis zur Gesamtformenzahl der Algen bei den von mir untersuchten Algengruppen — im Gegensatz zu den Kieselalgen — sehr gering.

Ein eigenständiges Metaphyton ist in der Tidenhubzone nicht vorhanden, ebenso fehlt ein Periphyton fast ganz. An Schwimmkörpern der Tidenhubzone ist beides in geringem Maße ausgebildet. Flußaufwärts vom Gebiet des Tidenhubs ist es in allen Flüssen stärker entwickelt, aber in der Weser doch nicht so reich wie im Litoral eines eutrophen Sees unserer Gegend, während es in den Zuflüssen zum Teil in gleicher Mannigfaltigkeit vorliegt.

Die Weser ist schon beim Eintritt in das bremische Stadtgebiet stark eutroph, und der Trophiegrad nimmt durch die Verschmutzung im Unterlauf noch zu. Auch sämtliche Zuflüsse der Unterweser sind eutroph, aber in verschiedenem Grade. Am wenigsten eutroph ist ursprünglich die Wümme. Wohl dadurch ist es verständlich, daß Wümme und Lesum große Abwassermengen aus Bremen verarbeiten können.

Für die Bestimmung des Verschmutzungsgrades der untersuchten Flüsse nach dem Saprobiensystem wurden die Bewertungen von Kolkwitz (1950) und Liebmann (1951) zugrunde gelegt. Nach der Bewertung von Liebmann ergab sich der Verschmutzungsgrad aller Flußteile durchweg um eine Stufe ungünstiger als nach der von Kolkwitz. Das Knöppsche Auswertungsschema für die Verschmutzungsbefunde wird kritisch besprochen, und es wird eine eigene Darstellung der Befunde verwendet, die auf den Darstellungen von Höhnk und Knöpp aufbaut.

In folgenden Ergebnissen stimmen die nach den Bewertungen von Kolkwitz und denen von Liebmann aufgestellten Berechnungen des Verschmutzungsgrades überein: Gegenüber dem Mittellauf verschlechtert sich der Zustand der Weser zunächst im Stadtkern von Bremen und dann weiter zwischen diesem und der Lesummündung. Von hier bis etwa zur Mündung der Hunte tritt durch die Selbstreinigung des Flusses eine Besserung ein, der dann wieder eine Verschlechterung folgt. In der Nähe der Wesermündung wird die Bestimmung unsicher, da die Wirkung des Salzgehaltes nicht von der der Verschmutzung unterschieden werden konnte.

Diese Entwicklung des Verschmutzungszustandes der Weser wird für die einzelnen Teile des Flußlaufes unabhängig vom Saprobiensystem durch Reihenuntersuchungen des Planktons bestätigt.

Der Zustand der Lesum ist an ihrer Mündung etwa gleich dem der Weser an dieser Stelle, so daß die Lesum keinen wesentlichen Einfluß auf die Verschmutzung der Weser hat. Der Unterlauf der Hunte ist stärker verunreinigt als die Weser und beeinflußt diese in ungünstigem Sinne. Die sehr stark verschmutzte Geeste kann sich auf die Weser nicht mehr wesentlich auswirken.

Die Anpassungen des Planktons an die verschiedenen Grade der Verschmutzung, die die Reihenuntersuchungen für die verschiedenen Teile der Unterweser zeigten, setzen voraus, daß dieses für die Strecke von Bremen bis zur Wesermündung eine durchschnittliche Laufzeit von schätzungsweise mindestens etwa zwei Wochen haben muß.

Für eine Reihe von Algen und für die Eisenbakterien wird eine Änderung in ihrer Bewertung im Saprobiensystem bzw. eine Neuaufnahme in dieses vorgeschlagen.

Das Vorkommen der Salz- und Süßwasseralgen an den verschiedenen Orten des Untersuchungsgebietes läßt sich erklären, wenn man annimmt, daß die Minimumsgrenze der für die Algen lebenswichtigen Faktoren nicht festliegt, sondern in dem Sinne beweglich ist, daß, wenn ein Teil der wirkenden Faktoren für eine Art sich im Optimum oder in der Nähe des Optimums befindet, dann für die übrigen Faktoren das Minimum niedriger liegt, als wenn alle Faktoren weiter vom Optimum entfernt sind.

VI. Schrifttumsverzeichnis

Ahlstrom, E. H. u. Tiffany, L. H. 1933: The Algal Genus *Testrastrum.* — Amer. Journ. of Bot. 21: 499—507.

Bavendamm, W. 1924: Die farblosen und roten Schwefelbakterien des Süß- und Salzwassers. — Pflanzenforschung, herausgegeben von R. Kolkwitz, Heft 2.

Behre, K. 1939: Die Algenbesiedlung der Truper Blänken bei Bremen. — Abh. Nat. Verein Bremen, 31: 20—83.

— 1956: Die Algenbesiedlung einiger Seen um Bremen und Bremerhaven. — Veröff. Inst. f. Meeresforschung in Bremerhaven, 4: 221—383.

— 1958: Métaphyton et Plocon. — Révue Algologique, Nouv. Série, 3: 233 bis 234.

Bigeard, E. 1933: Les *Pediastrum* d'Europe. — Trav. Lab. Bot. de l'Université Catholique d'Angers, Nr. 5.

Bliding, C. 1933: Über Sexualität und Entwicklung bei der Gattung *Enteromorpha.* — Sv. Bot. Tidskr. 27: 233—256.

— 1939: Studien über Entwicklung und Systematik in der Gattung *Enteromorpha* II. — Bot. Not. Lund: 134—144.

— 1944: Zur Systematik der schwedischen Enteromorphen. — Bot. Not. Lund: 331—356.

— 1948: Über *Enteromorpha intestinalis* und *compressa.* — Bot. Not. Lund: 123 bis 136.

— 1955: *Enteromorpha intermedia,* a new Species from the Coasts of Sweden, England and Wales. — Bot. Not. Lund 108: 253—262.

Borge, O. 1921: Die Algenflora des Tåkernsees. Sjön Tåkerns Fauna och Flora 4. K. Svenska Vetenskapsakademien.

Bourrelly, P. 1951a: *Xanthophycées* rares ou nouvelles. — Bull. Muséum, 2e série, t. 23, Nr. 6: 666—672.

— 1951b: *Volvocales* rares ou nouvelles. — Hydrobiologia, 3: 251—281.

— 1951c: Note sur les flagellés incolores I. — Le genre *Bicoeca.* — Archives de Zoologie expérimentale et générale, 88: 73—84.

— 1951d: Notes sur quelques *Chlorococcales.* — Bull. Muséum, 2e série, t. 23, Nr. 6: 673—684.

— 1957: Recherches sur les *Chrysophycées:* Morphologie, Phylogénie, Systématique. — Révue Algologique. Mémoire Hors-Série Nr. 1.

— et Manguin 1952: Algues d'eau douce de la Guadeloupe et dépendances. Paris 1952.

Bracher, R. 1919: Observations on *Euglena deses.* — Ann. Bot. 33: 93—108.

— 1929: The Ecologie of the Avon banks at Bristol. — Journ. Ecologie 17: 36 bis 81.

Brunnthaler 1915: *Protococcales.* — In Pascher: Süßwasserflora, Heft 5. Jena.

Budde, H. 1933: Die Algenflora westfälischer Salinen und Salzgewässer, II. Teil. — Archiv Hydrob. 25: 305—325.

Bursche, E. M., Kühl, H. und Mann, H. 1959: Beziehungen zwischen dem Chemismus und der Phytoplanktonentwicklung auf der unteren Weser. — Intern. Rev. Hydrobiol. 44: 277—298.

Chodat, R. 1926: *Scenedesmus.* — Zeitschr. f. Hydrologie, 3: 71—258.

Christensen, T. 1952: Studies on the Genus *Vaucheria* I. — Bot. Tidsskr. 49: 171 bis 188.

Czurda, V. 1932: Zygnemales. — In Pascher: Süßwasserflora, Heft 9. Jena.

Dangeard, P. 1937: Sur la présence de pyrénoides chez quelques *Vaucheries.* — C. R. Ac. Sc. 205: 1429—1431.

— 1939: Le genre *Vaucheria,* spécialement dans la région du sud-ouest de la France. — Le Botaniste, 29: 183—264.

Dorff, P. 1934: Die Eisenorganismen. — In Kolkwitz: Pflanzenforschung, H. 16.

Drouet, Fr. u. Daily, W. A. 1956: Revision of the Coccoid *Myxophyceae.* — Butler University Botanical Studies, 12: 1—218.

Fjerdingstad, E. 1950: The Microflora of the River Mölleaa. — Folia Limnologica Scandinavica, 5: 1—123.

Florin, M. R. 1957: Plankton of Fresh and Brackish Water in the Södertälje Area. Acta Phytogeographica Suecica, 37: 1—144.

Fraude, H. 1906: Grund- und Planktonalgen der Ostsee. — 10. Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft zu Greifswald, S. 1—125.

Geitler, L. 1932: *Cyanophyceae.* — In Rabenhorst: Kryptogamenflora, Bd. 14. Leipzig.

Gessner, Fr. 1955: Hydrobotanik, Bd. I. — Berlin.

Gojdics, M. 1953: The Genus *Euglena.* — Madison. The University of Wisconsin Press.

Grönblad, R. 1934: A short report of the freshwater-algae recorded from the neighbourhood of the Zoological Station at Tvärminne. — Mem. soc. pro Flora et Fauna Fennica, 10: 256—271.

Hartog, C. Den 1959: The Epilithic Algal Communities occurring along the Coast of the Netherlands. — Academisch Proefschrift, Amsterdam.

Hauck, F. 1885: Die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs. — In Rabenhorst: Kryptogamenflora, Bd. 2. Leipzig.

Heering, W. 1914: *Chlorophyceae* III. — In Pascher: Süßwasserflora, Heft 6. Jena.

— 1921: *Siphonocladiales, Siphonales.* — In Pascher: Süßwasserflora, Heft 7. Jena.

Höhnk, W. 1956: Mykologische Abwasserstudie I. — Veröff. Inst. f. Meeresforschung in Bremerhaven, 4: 67—110.

— 1958: Mykologische Abwasserstudie II. — Veröff. Inst. f. Meeresforschung in Bremerhaven, 5: 211—256.

Huber-Pestalozzi, G. 1938—1955: Das Phytoplankton des Süßwassers, Bd. 1—4. In Thienemann: Die Binnengewässer, Bd. 16. Stuttgart.

Hustedt, Fr. 1957: Die Diatomeenflora des Flußsystems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. — Abh. Naturw. Ver. Bremen, 34: 181—440.

— 1959: Die Diatomeenflora der Unterweser von der Lesummündung bis Bre-

merhaven mit Berücksichtigung des Unterlaufs der Hunte und Geeste. — Veröff. Inst. f. Meeresforschung in Bremerhaven, 6: 13—175.

Kann, E. 1959: Die eulitorale Algenzone im Traunsee (Oberösterreich). — Arch. f. Hydrobiol. 55: 129—192.

Knebel, G. 1935: Monographie der Algenreihe der *Prasiolales*, insbesondere von *Prasiola crispa*. — Hedwigia, 75: 1—120.

Knöpp, H. 1954: Ein neuer Weg zur Darstellung biologischer Vorfluteruntersuchungen, erläutert an einem Güteängsschnitt des Maines. — Die Wasserwirtschaft, 45: 9—15.

Kolkwitz, R. 1950: Ökologie der Saprobien. Über die Beziehungen der Wasserorganismen zur Umwelt. — Schr. Ver. Wass.-, Bod.- u. Lufthyg., 4: 1—64.

— u. Marsson, M. 1908: Ökologie der pflanzlichen Saprobien. — Ber. Deutsch. Bot. Ges. 26a: 505—519.

Komarek, J. u. Ettl, H. 1958: Algologische Studien. Prag.

Kornmann, P. 1956: Über die Entwicklung einer *Ectocarpus confervoides*-Form. — Pubbl. Staz. Zool. Napoli, 28: 32—43.

Krieger, W. 1937: Die *Desmidiaceen*, I. Teil. In Rabenhorst: Kryptogamenflora, Bd. 13. Leipzig.

Kuckuck, P. 1891: Beiträge zur Kenntnis der *Ectocarpus*-Arten der Kieler Förde. — Bot. Zentralblatt, 48: S. 1, 33, 65, 97, 129.

Kühl, H. u. Mann, H. 1957: Beiträge zur Hydrochemie der unteren Weser. — Veröff. Inst. f. Meeresforschung in Bremerhaven, 5: 34—62.

Kylin, H. 1944: Die *Rhodophyceen* der schwedischen Westküste. — Lunds Univ. Årsskr. 40, H. 2: 1—104.

— 1947: Die *Phaeophyceen* der schwedischen Westküste. — Lunds Univ. Årsskr. 43, H. 4: 1—99.

— 1949: Die *Chlorophyceen* der schwedischen Westküste. — Lunds Univ. Årsskr. 45, H. 5: 1—79.

Lemmermann, E. 1907: Das Plankton der Weser in Bremen. — Archiv Hydrob. 2: 393—447.

— 1910: Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, Bd. 3. — Leipzig.

— 1914: *Flagellatae* 1. — In Pascher: Süßwasserflora, Heft 1. Jena.

— 1915: *Tetrasporales*. — In Pascher: Süßwasserflora, Heft 5. Jena.

Liebmann, H. 1951: Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie, Bd. 1. München.

Lindstedt, A. 1943: Die Flora der marinen *Cyanophyceen* der schwedischen Westküste. — Lund. 121 S.

Lüneburg, H. 1949: Die Geeste als Vorfluter. — Deutsche Geographische Blätter, 45: 208—232.

— 1955: Beitrag zur Hydrographie der Wesermündung, IV. — Veröff. Inst. f. Meeresforschung in Bremerhaven, 3: 228—263.

Lundbeck, J. 1951: Zur Kenntnis der Lebensverhältnisse in sauren Binnenseen. — Archiv Hydrob. Suppl. Bd. 20: 18—117.

Nägeli, C. 1848: Gattungen einzelliger Algen ... Zürich.

Pascher, A. 1915: Einzellige Chlorophyceengattungen unsicherer Stellung. — In Pascher: Süßwasserflora, Heft 5. Jena.

— 1927: *Volvocales*. — In Pascher: Süßwasserflora, Heft 4. Jena.

— 1939: *Heterokonten*. — In Rabenhorst: Kryptogamenflora, Bd. 11. Leipzig.

— u. Schiller, J. 1925: *Rhodophyta.* — In Pascher: Süßwasserflora, Heft 11. Jena.

Petersen, J. B. u. Hansen, J. B. 1954: Electron Microscope Observations on *Codonosiga botrytis* (Ehr.) James-Clark. — Bot. Tidsskr. 51: 281—291.

— 1958: On the scales of some *Synura* species II. — Biol. Medd. Dan. Vid. Selsk. 23: Nr. 7, 1—13.

Plate, H. 1951: Salzgehaltverhältnisse im Brackwassergebiet der Unterweser. — Neues Archiv für Niedersachsen, 25: 497—516.

Pochmann, A. 1942: Synopsis der Gattung *Phacus.* — Arch. Protistenk. 95: 81—252.

— 1956: Untersuchungen über Plattenbau und Spiralbau, über Wachstum und Zerteilung der Paramylonkörner. — Österreichische Bot. Zeitschr. 103: 110 bis 141.

Printz, H. 1913: Eine systematische Übersicht der Gattung *Oocystis* Nägeli. — Nyt Mag. f. Naturvidenskaberne, 51: 165—203.

— 1916: Die *Chlorophyceen* des südlichen Sibiriens und des Uriankailandes. — Kgl. Norske Videnskabers Selskaps Skrifter 1915, Nr. 4: 1—52.

— 1927: *Chlorophyceae.* In Engler-Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien, Bd. 3. Leipzig.

Pringsheim, E. G. 1956: Contributions towards a Monograph of the Genus *Euglena.* — Nova Acta Leopoldiana N. F. Nr. 125, Bd. 18: 1—168.

Remane, A. u. Schlieper, C. 1958: Die Biologie des Brackwassers. — In Thienemann: Die Binnengewässer, Bd. 22. Stuttgart.

Rieth, A. 1956a: Zur Kenntnis halophiler *Vaucherien.* — Flora, 143: 127—160.

— 1956b: Zur Kenntnis halophiler *Vaucherien* II. — Flora, 143: 281—294.

Rodhe, W. 1948: Environmental Requirements of Fresh-Water Plankton Algae. — Symbolae Botanicae Upsalienses X: 1, S. 1—149.

Röbke, H. 1957: Beitrag zum Chemismus der unteren Weser unter besonderer Berücksichtigung der Erdalkalien und ihrer ökologischen Bedeutung. — Veröff. Inst. f. Meeresforschung in Bremerhaven, 5: 103—122.

Schiller, J. 1937: *Dinoflagellatae,* 2. Teil. — In Rabenhorst: Kryptogamenflora, Bd. 10, 3. Abteilung. Leipzig.

Schmitz, W. 1956: Salzgehaltsschwankungen in der Werra und ihre fischereilichen Auswirkungen. — Vom Wasser, 23: 113—136.

Skuja, H. 1939: Beitrag zur Algenflora Lettlands 2. — Acta horti Botanici Univ. Latv. 11 u. 12: 41—169.

— 1948: Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden. — Symbolae Botanicae Upsalienses, 9: H. 3.

— 1956: Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. — Nova acta regiae societatis scientiarum Upsaliensis Ser. 4, Bd. 16, Nr. 3.

Smith, G. M. 1920: Phytoplankton of the Inland Lakes os Wisconsin, Tl. 1. — Wisc. Geol. a. Nat. Hist. Survey Bull. 57.

Stein, Fr. 1878: Der Organismus der Infusionstiere, Tl. 3, 1. Hälfte. Leipzig.

Teiling, E. 1941: *aeruginosa* oder *flos-aquae?* — Svensk. Bot. Tidskr. 35: 337 bis 349.

— 1942: Schwedische Planktonalgen 3. — Bot. Notiser 1942: 63—68.

— 1946: Zur Phytoplanktonflora Schwedens. — Bot. Notiser 1946: 61—88.

Thiemann, K. 1934: Das Plankton der Flußmündungen. — Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff „Meteor" 1925—1927, 12: 199—273.

Thienemann, A. 1950: Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. — In: Die Binnengewässer Mitteleuropas, Bd. 22. 809 S. Stuttgart.

Timm, R. 1917: Die Moosbesiedlung unserer Steindeiche. — Verh. Naturw. Verein Hamburg-Altona, 3. Folge, Heft 24: 1—64.

West, W. u. G. S. 1904—1923: A Monograph of the British *Desmidiaceae*, Bd. 1—5. London. Ray Society.

Wichmann, L. 1937: Studien über die durch H-Stück-Bau der Membran ausgezeichneten Gattungen *Microspora, Binuclearia, Ulotrichopsis* und *Tribonema*. — Pflanzenforschung, herausgegeben von R. Kolkwitz, Heft 20. Jena.

Tafel 1

Seite

Abb. 1: *Vaucheria ornithocephala.* 250× 204
a) Oogonien und leeres Antheridium
b) Oosporen und leeres Antheridium

Abb. 2: *V. De Baryana.* 250× 203

Abb. 3: *V. synandra.* 250× 205

Abb. 4: *V. aversa.* 250× 202

Abb. 5: *V. sessilis* fa. *genuina.* 250× 204

Abb. 6: *V. terrestris.* 250× 205

Abb. 7: *Characiopsis saccata.* 950× 201

Abb. 8: *Ch. Cedercreutzii.* 950× 201

Abb. 9: *Heterothrix Bristoliana.* 950× 201

1
a
b
2
3
4
5
6
7
8
9

Tafel 2

Seite

Abb. 1: *Vaucheria medusa* 204

a) Antheridien- und Oogonienstand in Oosporenbildung. 105×

b) Stand mit reifer Oospore, Antheridium zum Teil degeneriert. 105×

c) Isolierter Antheridenstand, in einer gewissen Entfernung davon befindet sich an einem Seitenast des gleichen Fadens ein Oogonium. 125×

d) Chloroplasten in verschiedenen Ansichten. 950×

Abb. 2: *V. Woroniniana.* 105× 205

Abb. 3: *V. litorea?* 150× 203

a) Oogonienbildung

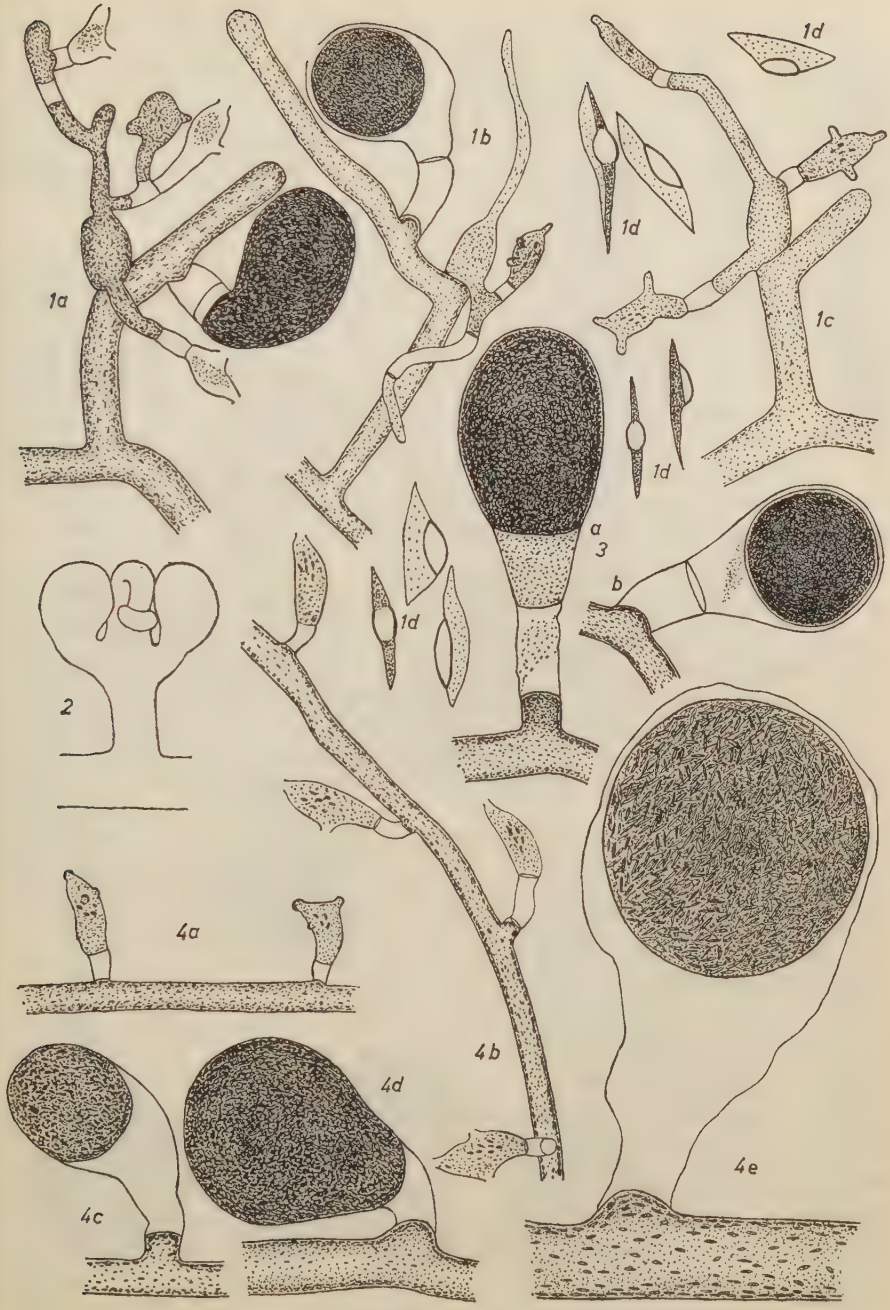
b) Oogonium mit Oospore

Abb. 4: *V. compacta* 202

a) und b) Männliche Fäden mit Antheridien. 105×

c) und d) Weibliche Fäden in Oosporenbildung, c) 105×, d) 150×

e) Reife Oospore. 250×


1a
1b
1c
1d
1d
1d
1d
2
3
a
b
4a
4b
4c
4d
4e

Tafel 3

Seite

Abb. 1: *Mallomonas pediculus* fa.? Schuppen und Borsten. 195
a) und b) 950×, c) 1650×

Abb. 2: *M. Teilingii*, Schuppe und Borste. 950× 195

Abb. 3: *Synura Petersenii*, Schuppen. 1650× 196

Abb. 4: *S. sphagnicola*, Schuppen. 950× 196

Abb. 5: *S. lapponica*, Schuppen. 950× 196

Abb. 6: *S. Bioretii*, Schuppen. 1650× 196

Abb. 7: *S. uvella*, Schuppen. 1650× 197

Abb. 8: *Euglena obtusa* 209
a) Monade aus einer älteren Kultur. 500×
b) Schlundeingang. 850×
c) u. d) Chromatophoren in normalem Zustande. 950×
e) Chromatophor einer alten Kultur, Lamellenstruktur zeigend. 950×

Abb. 9: *Euglena satelles*. a) und b) 720× 210

Abb. 10: *Eu. deses*. 370× 208

Abb. 11: *Phacus brachykentron*. 950× 213

Abb. 12: *Ph. rudicula* fa. 950× 214

Abb. 13: *Ph. caudatus*. a) bis d) 950× 213

Abb. 14: *Ph. Skujai*. a) bis b) 950× 214

Abb. 15: *Ph. circulatus*. 950× 213

Abb. 16: *Ph. orbicularis*. 950× 214

Abb. 17: *Characium limneticum*, in Zoosporenbildung. 360× 226

Abb. 18: *Planktosphaeria gelatinosa*. 950×. 225

Abb. 19: *Oocystis Borgei*. 950× 227

Abb. 20: *O. Marssonii*. 950× 227

Abb. 21: *Chodatella Droescheri*. 950× 226

Abb. 22: *Dispora*? 950× 231

1
a
b
1c
2
3
4
5
6
7
c
b
e
d
e
8
9
a
9
b
10
11
13
a
b
13
d
14
a
b
15
12
c
13
22
21
16
17
18
19
20

Tafel 4

Seite

Abb. 1: *Trachelomonas anguste-ovata* fa. 950× 215

Abb. 2: *Tr. armata.* 950× 215

Abb. 3: *Tr. Dybowskii.* 950× 216

Abb. 4: *Tr. bacillifera* fa. *obovoidea* n. fa. 950× 215

Abb. 5: *Tr. Dangeardiana.* 950× 215

Abb. 6: *Tr. curta.* 950× 215

Abb. 7: *Tr. obovata* var. *Klebsiana.* a) und b) 950× 216

Abb. 8: *Tr. pseudocaudata.* 950× 216

a) Gehäuse noch unvollendet, Caudalfortsatz und Warzen fehlen noch

b) Gehäuse fertiggestellt

Abb. 9: *Tr. scabra.* 950× 217

Abb. 10: *Tr. varians.* 950× 217

Abb. 11: *Tr. volvocinopsis.* 950× 217

Abb. 12: *Tr. Volzii* var. *cylindracea.* 950× 217

Abb. 13: *Tr. splendidissima.* 950× 217

Abb. 14: *Strombomonas verrucosa* var. *zmiewika.* 570× 218

Abb. 15: *Astasia curvata.* 950× 218

Abb. 16: *Heteronema globiferum?* 1000× 219

Abb. 17: *Pseudamoeba planktonica* n. g. n. sp. 950× 221

a) und b) Einzelzellen im Leben

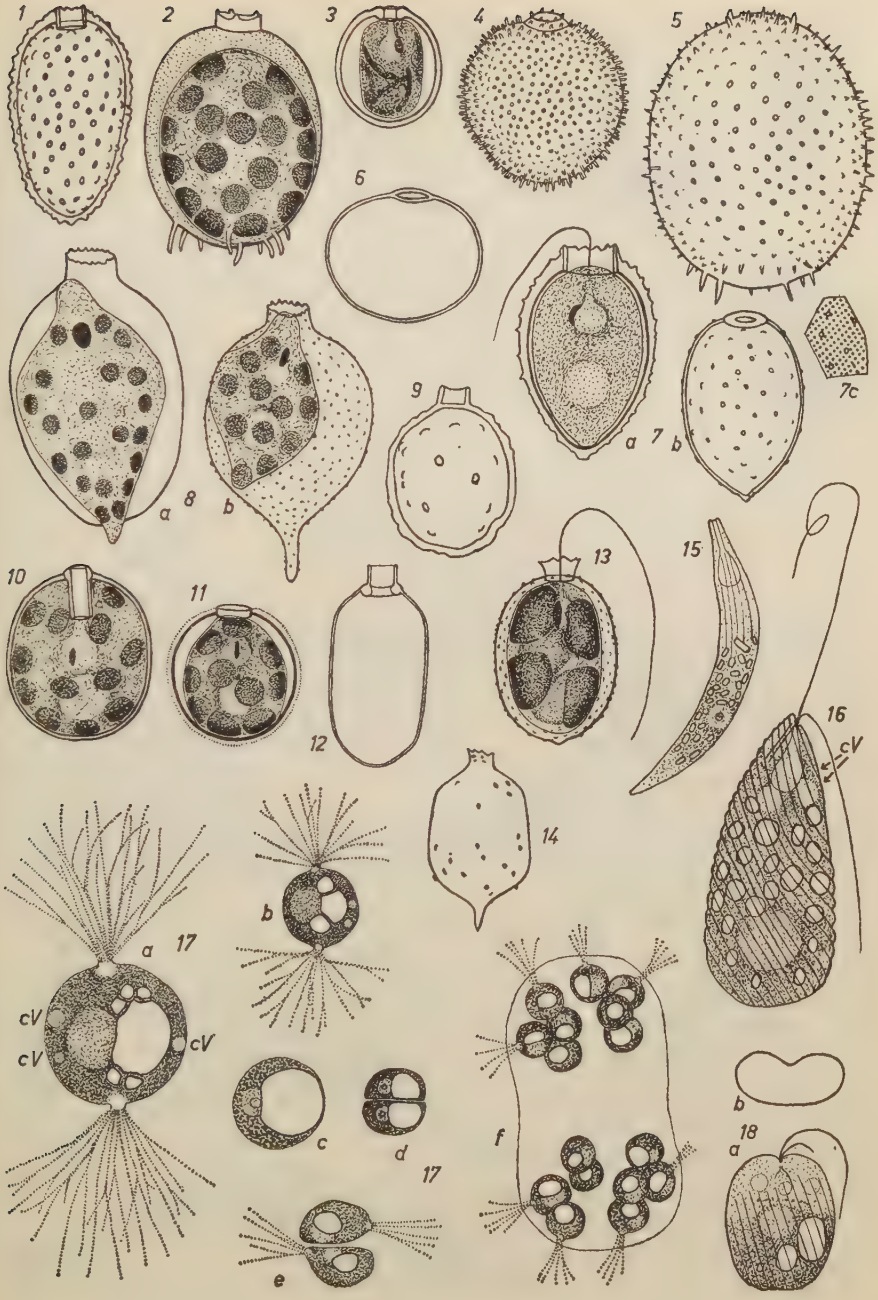
c) Zelle nach Behandlung mit Jodjodkalium

d) und e) Teilungsstadien, d) fixiert mit Karminessig

f) Kolonie mit Gallerthülle, gezeichnet eine Kolonie mit besonders lockerer Lage der Zellen

Abb. 18: *Notosolenus ovalis* n. sp. 950× 220

a) Hauptansicht, b) Polansicht


1
2
3
4
5
6
7
a
b
7c
8
a
b
9
10
11
12
13
14
15
16
cV
17
a
b
c
d
e
cV
cV
cV
17
f
18
a
b

Tafel 5 Seite

Alle Scenedesmen sind bei der gleichen Vergrößerung abgebildet.

Abb. 1: *Scenedesmus arcuatus.* 950× 229

Abb. 2: *Sc. Bernardi.* 950× 229

Abb. 3: *Sc. bicaudatus.* 950× 229

Abb. 4: *Sc. brevispina.* 950× 229

Abb. 5: *Westella natans.* 570× 228

Abb. 6: *Scenedesmus intermedius.* 950× 230

Abb. 7: *Sc. dispar.* 950× 230

Abb. 8: *Sc. longispina.* a) und b) 950× 230

Abb. 9: *Sc. microspina.* 950× 230

Abb. 10: *Sc. Smithii.* 950× 231

Abb. 11: *Sc. denticulatus* var. *linearis?* 950× 229

Abb. 12: *Sc. armatus* var. *bicaudatus.* 950× 229

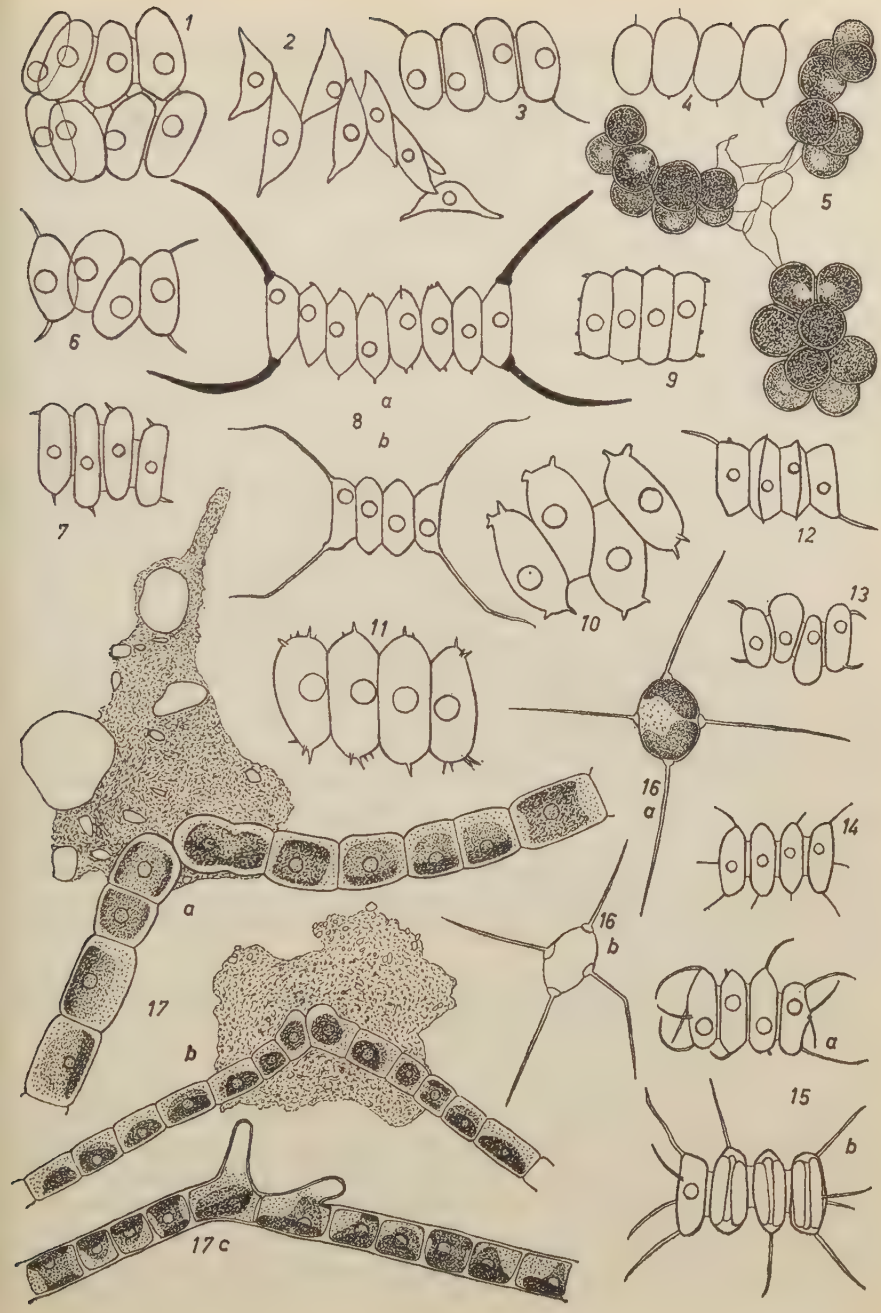
Abb. 13: *Sc. nanus?* 950× 230

Abb. 14: *Sc. spinosus.* 950× 231

Abb. 15: *Sc. tenuispina.* a) und b) 950× 231

Abb. 16: *Lagerheimia wratislaviensis.* a) und b) 950× 227
a) Zelle vor der Teilung, mit zwei Chromatophoren
b) Leere Zellhülle

Abb. 17: *Hormidium rivulare.* a) 950×, b) und c) 570× 234


1
2
3
4
5
6
a
8
b
9
7
12
10
13
11
16
a
14
a
16
b
17
b
15
b
17c

Probleme des Verderbens von Fischkonserven in Dosen VI

Das Auftreten decarboxylierbarer Aminosäuren bei der Herstellung von Marinaden und ihr Nachweis)*

Von Victor Meyer

1. Einleitung

Fischmarinaden, soweit sie ohne Zuckerzusatz hergestellt werden, verderben hauptsächlich dadurch, daß Betabakterien vorgebildete Aminosäuren durch Decarboxylierung umsetzen, wobei als Gas CO_2 entsteht, das zu einem Auftreiben der Dosen führt. Die Decarboxylierung von Aminosäuren in Marinaden wurde zunächst für Glutaminsäure durch Betabakterien zu Gammaaminobuttersäure nachgewiesen (Meyer 1956, Kreuzer 1957). Inzwischen hat sich gezeigt, daß in den Marinaden noch weitere Aminosäuren in entsprechender Weise abgebaut werden, nämlich Lysin zu Cadaverin, Tyrosin zu Tyramin, Histidin zu Histamin und schließlich Arginin zu Citrullin und Ornithin, wobei Kohlendioxyd und Ammoniak entstehen.

Im Gegensatz zum Warmblüterfleisch finden sich beim frisch geschlachteten Fisch im Serum bereits gewisse Mengen von freien Aminosäuren, mit ihr auch die obengenannten (Florkin 1955, Shewan und Jones 1957). Offensichtlich liegen ihre Konzentrationen aber noch unter dem Schwellenwert (etwa 0,3 %), die bei Decarboxylierungen zu einer sichtbaren Gasbildung führen können (Meyer 1956). Die Freilegung wirklich gefährlicher Mengen dieser Aminosäuren erfolgt offenbar erst durch die Maßnahmen der Marinierung. Hieraus folgt die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit, nämlich die Untersuchung der Frage, unter welchen Bedingungen nennenswerte Mengen decarboxylierbarer Aminosäuren im Laufe der Marinadenherstellung auftreten, die für den Verderb von Marinaden verantwortlich gemacht werden können.

Neben den Feststellungen über das Auftreten der Aminosäuren ist die Auffindung einfacher Nachweismethoden erwünscht, die außerdem in möglichst kurzer Zeit verwertbare Resultate liefern.

Bei dem ersten Schritt der Marinadenherstellung, dem „Garmachen", wird im sogenannten Garmachebad durch eine milde wirkende Genussäure, gewöhnlich Essigsäure, unter Zusatz von Kochsalz neben einem Wasserentzug eine gewisse Hydrolyse des Eiweißes über Peptide zu Aminosäuren erreicht, wobei das Salz nach bisheriger Auffassung im wesentlichen

*) Herrn Prof. Dr. A. Behre, Hamburg, zu seinem 85. Geburtstag in Verehrung gewidmet.

festigend auf das Fleisch wirkt. Die Eiweißhydrolyse kann möglicherweise durch die Säure, die körpereigenen Fermente oder durch beide Agentien gemeinsam erfolgen. Daneben muß auch an eine Proteolyse durch Mikroorganismen gedacht werden, zumindest in den Fällen, in denen der Säuregehalt der Garbäder gering ist und die Entwicklung oder Tätigkeit säuretoleranter Proteolyten zuläßt.

Bei dem zweiten Schritt, dem Einlegen und Eindosen, wird die auf diese Weise gar gemachte Ware aus geschmacklichen Gründen in einen Aufguß mit geringem Essig- und Salzgehalt gelegt. Das bedeutet also nur eine Veränderung der Säure- und Salzkonzentration, so daß ein Weiterlaufen der Eiweißhydrolyse und eine verstärkte Entwicklung der säuretoleranten Mikroorganismen zu erwarten ist.

2. Material und Methoden

Folgende Verfahren wurden zum Nachweis der bei der Hydrolyse frei werdenden Aminosäuren herangezogen und auf ihre Verwendbarkeit geprüft:

1. Die Papierchromatographie gibt Aufschluß über das Auftreten der einzelnen Aminosäuren in grob abschätzbarer Menge.
2. Der Gärröhrchentest zeigt decarboxylierbare, also vergärbare Aminosäuren an, sobald sie mengenmäßig den Schwellenwert für die Entstehung von freiem, gasförmigem Kohlendioxyd überschreiten. Der Gärröhrchentest könnte gleichzeitig der praktische Hinweis auf eine zu erwartende Bombage sein. Nach Beendigung der Ablesezeit kann hierin durch Papierchromatographie festgestellt werden, welche Aminosäuren abgebaut wurden und gegebenenfalls zu welchen Endprodukten.
3. Das Ansteigen der Keimzahlen nach einem vorherigen Rückgang gibt insbesondere beim Vorliegen von Aminosäuren decarboxylierenden Mikroorganismen Hinweise auf das Auftreten dieser Aminosäuren.
4. Die Bebrütung des fertigen Erzeugnisses im milden Aufguß in Dosen bei höherer Temperatur gibt nicht unbedingt einen Hinweis auf das Vorhandensein dieser Aminosäuren im Moment der Probenentnahme, da mit einem Weiterschreiten der Hydrolyse während der Bebrütung gerechnet werden muß. Immerhin werden die Zeiten bis zum Auftreten von Bombagen beim Vorhandensein präformierter Aminosäuren naturgemäß kürzer sein, als wenn sie erst während der Bebrütung gebildet werden müssen.
5. Indirekte Hinweise auf einen Anstieg der Aminosäuren können sich aus der pH-Titration der Mariniersäure ergeben, bei der durch Zunahme puffernder Substanzen der Steigungswinkel der Tangente im Bereich des Wendepunktes verändert wird. Er ist annähernd gegeben durch den Verbrauch an Natronlauge bei der Titration von pH 7,0, wo die Titrationskurve in die Gerade geht, bis pH 8,8, dem theoretischen Neutrali-

sationspunkt der Essigsäure in dieser Verdünnung. Diese puffernden Substanzen können u. a. Aminosäuren sein. Sie verändern in gleicher Weise die einfache direkte Titration der Essigsäure mit Indikatoren und geben zu hohe Werte, wie sich durch Bestimmung der Essigsäure nach vorausgegangener Wasserdampfdestillation zeigt (Meyer 1959).

6. Der Schwund, d. h. die Gewichtsabnahme des Fischfleisches im Garbad, kann ebenfalls nur ein bedingt gültiger Hinweis auf eine Aminosäurenzunahme sein. Er ist einerseits auf die wasserentziehende Wirkung des Kochsalzes zurückzuführen, andererseits auf die Hydrolyse des Fischeiweißes. Hierbei muß man wohl an einen Zerfall des Proteins in zunächst größere Makromoleküle denken, die noch Eiweißcharakter haben, bei der Bestimmung des Restfleisches aber nicht mehr erfaßt werden und somit zusammen mit dem gelösten Eiweiß, Peptiden und Aminosäuren zum Schwund zählen. Dieser steigt somit stärker an, als es der wirklichen Hydrolyse entspricht.

Um während der ganzen Versuchsperiode einheitliche Bedingungen zu haben, wurde der ganze Marinierprozeß labormäßig durchgeführt. Dabei wurden größere Zeiträume, verschiedene Temperaturen und unterschiedliche Zusammensetzungen der Garbäder berücksichtigt.

Heringsfilets wurden in verschließbare Glasgefäße (Einkochgläser von 1 l Inhalt) mit Garbädern zunächst im Verhältnis 7 Teile Fisch: 3 Teilen Garbad (entsprechend der in der Praxis vielfach angewendeten Faßgarung) eingelegt, wobei darauf geachtet wurde, daß die Gläser zur Vermeidung von Oxydationen möglichst randvoll gefüllt waren. Das Fischgarbad wurde nach den an anderer Stelle (Meyer 1961) entwickelten Formeln so eingestellt, daß als Normalfall für eine gute Qualität nach der Beendigung der Garung 2,5 % Essigsäure im Fischgewebswasser bzw. im Endgarbad enthalten sind. Daneben liefen Reihen mit niedrigerem Essigsäuregehalt (2,1 %) als Beispiel für eine milde Garbadführung. Als Normaltemperaturen sahen wir entsprechend der in den betrieblichen Garkellern etwa anzutreffenden Temperaturen 12 bis 14° C an. Die Aufbewahrung bei Zimmertemperatur (ca. 20° C) sollte durch ungünstige Bedingungen konkretere Ergebnisse bringen, während durch Lagerung bei 2 bis 4° C versucht werden sollte, die Bildung von Aminosäuren schlechthin hinauszuzögern.

Zum Studium der Veränderungen während der Garung wurden die Proben in bestimmten Intervallen von zunächst kurzen und allmählich größer werdenden Abständen untersucht. Es wurden von jeder Serie so viele Gefäße angesetzt, als Untersuchungen geplant wurden. Ein einmal angebrochenes Gefäß wurde nicht wieder weiterverwendet. Dadurch sollte vermieden werden, daß durch die Entnahme die Garung allgemein und vor allem das Fisch-Garbad-Verhältnis insbesondere gestört wurde.

Die Untersuchungen begannen jeweils mit der sterilen Entnahme für die mikrobiologischen Untersuchungen. Für die Keimzahlen verwendeten wir in der Regel Würzeagar und Bouillongelatine. Auf dem Würzeagar sollten speziell die Betabakterien, auf der Bouillongelatine u. a. die Proteolyten zur Entwicklung kommen (Bebrütung von Würzeagar 3 Tage bei 30° C, 4 Tage bei Zimmertemperatur, von Bouillongelatine 8 Tage bei Zimmertemperatur). Anschließend wurde der Gärröhrchentest mit 10 ml Garbad in Gärröhrchen angesetzt, z. T. unter Zugabe von 1 ml 1 %iger Ascorbinsäure und 1 ml Hefedekokt.

In der Annahme, daß nicht jeder Ansatz decarboxylierende Mikroorganismen enthält, wurde je ein Röhrchen prophylaktisch mit dem Stamm M 295, einem Beta-

bacterium buchneri, beimpft, das Glutaminsäure sehr kräftig abbaut, während ein zweites Röhrchen unbeimpft blieb. Als Verschluß diente eine Schicht von ca. 1 ml sterilisiertem Paraffinöl. Die während der Bebrütungszeit (ca. 4 Wochen bei 37° C) etwa aus der Aminosäurendecarboxylierung resultierende Gasmenge wurde registriert.

Nach beendeter Gärung wurde nach Feststellung des pH-Wertes der Inhalt durch ein Membranfilter Nr. 7 filtriert und mittels Papierchromatogramm auf Abbauprodukte von Aminosäuren geprüft. Auf Chromatographierpapier (Schleicher & Schüll Nr. 2043 b Mgl.) wurden 0,005 ml des Filtrates aufgetragen und im Rundchromatogramm mit einem Gemisch von Isopropylalkohol-Eisessig-Wasser (70 : 15 : 15) laufen gelassen. Zur besseren Identifizierung dienten gelegentlich zweidimensionale Chromatogramme mit dem gleichen Lösungsmittelgemisch in der einen und mit dem Gemisch Pyridin-Essigsäureisoamylester-H_2O (10 : 5 : 5) in der anderen Richtung. Zum Ansprühen verwendeten wir naphtochinonsulfosaures Natrium in 5 %iger Natriumcarbonatlösung. Dieses Sprühmittel hat den Vorteil, daß die Aminosäuren und ihre Abbauprodukte farblich besser unterschieden werden können als mit Ninhydrin. Die geringere Empfindlichkeit ist hier ein Vorteil, da, wie bereits oben angeführt wurde, in diesem Zusammenhang nur größere Mengen Aminosäuren von Interesse sind; das Bild wird dadurch übersichtlicher. Für Vergleichszwecke ließen wir verschiedene Gemische bekannter Aminosäuren mitlaufen. Normal anfärbbare Aminosäuren, wie Glutaminsäure, wurden hierfür in einer Konzentration von 0,25 % in einer wässerigen Lösung von 1 % Eissigsäure und 1,5 % Natriumchlorid aufgetragen.

Zur Bestimmung des Schwundes wurde der Inhalt der Gefäße in einen Trichter geschüttet, in den ein kleineres Uhrglas zum Zurückhalten der Fischteilchen gelegt wurde. Nach einer halbstündigen Abtropfzeit wurden die Fischteile gewogen und aus der Differenz zum ursprünglichen Gewicht der Schwund errechnet. Anschließend wurden aus dem Garbad nach Filtrierung durch Membranfilter in der gleichen Weise wie oben Papierchromatogramme angelegt.

Die Essigsäurebestimmung wurde entweder direkt oder nach einer Wasserdampfdestillation durch Titration mit Natronlauge vorgenommen. Für die pH-Titration wurden 20 ml Garbad nach Filtration durch Faltenfilter (Nr. 616 md ¼ von der Fa. Macherey, Nagel & Co.) mit n/1 NaOH titriert und nach Anfertigung entsprechender Kurven der Verbrauch an Natronlauge im Bereich von pH 7,0 bis 8,8 ermittelt. Schließlich wurden die marinierten Filetstücke im Verhältnis 80 g Fisch : 40 g Aufguß mit 1 % Essigsäure, 1,5 % NaCl in innen vernierte Clubdosen vom Format 100 × 58 × 28 mm gefüllt, verschlossen, bei 30° C bebrütet und auf das Auftreten von Bombageerscheinungen geprüft.

3. Ergebnisse

In den Tabellen 1a und 1b wurden die wichtigsten Untersuchungsbefunde einer Versuchsserie für eine Übersicht zusammengestellt. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen wir bei anderen Versuchsreihen.

Folgende Aminosäuren wurden im Papierchromatogramm der Garbäder gefunden: Arginin/Histidin — Lysin — Asparaginsäure — Glycin/Serin — Glutaminsäure — Threonin — Alpha-Alanin — Tyrosin — Prolin — Methionin — Valin — Phenylalanin — Leucin/Isoleucin, außerdem Taurin, ein grünblau gefärbter Fleck zwischen Histidin und Taurin, der aber schon beim Trocknen wieder verschwand, und ein hellroter Fleck etwa an der Stelle, wo Trimethylaminoxyd und die Substanz „PR" von Bramstedt liegen (Ranke, E. u. B. u. Bramstedt 1955, Bramstedt 1960). Andere Stoffe wur-

den in nennenswerten Mengen nicht gefunden, solange der Keimgehalt der Garbäder sich noch in den unteren Grenzen hielt. Die Menge der Aminosäuren nimmt in Abhängigkeit von der Zeit und der Höhe der Temperatur zu. Am frühesten treten Lysin, Taurin und Alpha-Alanin, dann Glycin/Serin und Leucin/Isoleucin und schließlich die übrigen Aminosäuren auf. Diese Reihenfolge kann durchaus eine scheinbare sein, bedingt durch die Intensität der Anfärbbarkeit durch das naphtochinonsulfosaure Natrium. Taurin jedoch, der hellrote Fleck und gewisse Mengen des Lysins stammen offensichtlich noch aus dem Serum des Fleisches.

Sobald der Keimgehalt in den Garbädern auf ca. 10^7 Keime im ml anstieg, konnten daneben noch Gamma-Aminobuttersäure, Cadaverin, Histamin, Ornithin und Tyramin nachgewiesen werden, wobei die entsprechenden Aminosäuren an Intensität abnahmen oder ganz verschwanden. Gelegentlich schienen aber auch noch andere Aminosäuren im Laufe der Lagerung mehr oder weniger zu verschwinden, wie z. B. das Prolin und das Alpha-Alanin bei niedrigeren Essigsäurekonzentrationen.

Als Prototyp für die decarboxylierbaren Aminosäuren wurde die Glutaminsäure in den Vordergrund der Untersuchungen gestellt. Ihr zeitliches Auftreten liegt etwa in der Mitte der übrigen Aminosäuren, ihre Lage im Chromatogramm ist günstig, und durch die Decarboxylierung zu Gamma-Aminobuttersäure durch bekannte Betabakterienstämme läßt sie sich leicht identifizieren. Sie erschien bei Zimmertemperatur nach 14 Tagen noch nicht, nach 20 Tagen deutlich, bei 12 bis 14° C nach 28 Tagen undeutlich, nach zwei Monaten deutlich und bei 2 bis 4° C nach 28 Tagen noch nicht, nach zwei Monaten deutlich. Zwischen den beiden Essigsäurekonzentrationen von 2,1 und 2,5 % liegen kleinere Differenzen vor derart, daß möglicherweise bei niedrigerer Konzentration die Hydrolyse stärker ist. Das scheinen auch Versuche mit noch niedrigeren Essigsäurekonzentrationen zu zeigen, wobei allerdings Vorsicht am Platze ist, da hier Störungen durch den höheren Keimgehalt möglich sind.

Bei Zimmertemperatur und 2,1 % Essigsäure setzte bereits im Garbad die oben beschriebene Decarboxylierung nach zwei Monaten ein; Lysin und Glutaminsäure nahmen in ihrer Stärke ab, an ihre Stelle traten Cadaverin und Gamma-Aminobuttersäure. Später wurden ebenfalls Histamin und Ornithin beobachtet. Hiermit überein ging der Anstieg des Keimgehaltes auf 10^7 Keime in einem ml Garbad.

Beim Verfolgen der decarboxylierbaren Aminosäuren konnten mit dem Gärröhrchentest die Ergebnisse der Papierchromatographie bestätigt werden. Bei geringeren Aminosäuremengen zeigte sich zwar noch keine Gasbildung, im Chromatogramm konnten dann aber häufig deren Endprodukte (bei Beimpfung mit dem Stamm M 295 beispielsweise Gamma-Aminobuttersäure aus Glutaminsäure) nachgewiesen werden. Soweit die papierchromatographische Untersuchung durch vergleichsweises Mitlaufenlassen der fraglichen Aminosäuren in einer Konzentration von 0,25 % eine quan-

titative Deutung zuläßt, wird der Gärröhrchentest von dieser Konzentration an positiv; sie entspricht etwa dem Schwellenwert für die CO_2-Freilegung in saurem Milieu.

Bei höheren Essigsäurekonzentrationen wie z. B. 2,5 % kommt es selbst beim Vorliegen der entsprechenden Aminosäuren u. U. zu keiner Gasbildung, da die Mikroorganismen durch die Säure in ihrer Entwicklung gehemmt werden. In diesen Fällen muß man die Säurekonzentration durch vorherige Zugabe von Natriumhydroxyd auf ein solches Maß reduzieren, daß die betreffenden Mikroorganismen noch gedeihen können (auf etwa pH 4,5 bis 5,0).

Die mit dem Heringsfleisch in das Garbad gebrachte Mikroflora, die sich bekanntlich in erster Linie aus Pseudomonaden, Achromobacterarten, Flavobakterien u. ä. rekrutiert, Formen also, die vorwiegend säureempfindlich sind, geht alsbald zugrunde, um dann durch säuretolerante Arten abgelöst zu werden. Etwa vorhandene Sporenbildner überstehen den Marinierprozeß nur in der Sporenform. Die Umformung der Flora geht bei höheren Temperaturen rascher vor sich als bei niederen Temperaturen. Dabei ist es wichtig, daß bei 2 bis 4° C selbst bei relativ niederer Essigsäurekonzentration von 2,1 % keine Entwicklung der Betabakterien eintritt, möglicherweise, weil diese Temperatur unter dem Minimumswert für Betabakterien liegt. Da bei 12 bis 14° C eine Entwicklung der Betabakterien nur bei 2,1 %, nicht bei 2,5 % Essigsäure, bei Zimmertemperatur aber bei 2,1 und 2,5 % in Gang kommt, muß an eine kombinierte Wirkung von Kälte und Säure gedacht werden. Ein Nährstoffmangel scheint nicht vorzuliegen, da Glutaminsäure und die übrigen Aminosäuren in dem betreffenden Stadium nach den Ergebnissen der Papierchromatographie in genügender Menge vorliegen. Es könnte aber noch an das Fehlen irgendwelcher anderer essentieller Stoffe gedacht werden. Der Anstieg der säuretoleranten Organismen und insbesondere der Betabakterien beginnt jedenfalls erst, wenn die entsprechenden Aminosäuren vorliegen. Die Abbauprodukte dieser Aminosäuren werden nach der von uns angewendeten Methode in nachweisbaren Mengen erst gefunden, wenn der Keimgehalt, wie bereits erwähnt, die 10^7-Grenze erreicht hat. Damit stimmt überein, daß wir bei 2,1 % Essigsäure und bei einer Aufbewahrung bis zu neun Monaten bei 12 bis 14° C keine Keimzahlen über 10^6 und im Chromatogramm weder Gamma-Aminobuttersäure noch Cadaverin noch eines der anderen Amine gefunden haben.

Wie aus der Übersicht in den Tabellen hervorgeht, ist bei der Brutschrankprobe ein deutlicher Einfluß der Vorgeschichte zu beobachten derart, daß die Haltbarkeit der Dosen bei längerer Lagerung der Rohware im Garbad entsprechend der Zunahme der Aminosäuren abnimmt (statt 20 bis 30 Tage nur 10 bis 15 Tage und weniger). Außerdem ist die Haltbarkeit bei höherer Essigsäurekonzentration im Garbad besser, was allerdings darauf zurückgeführt werden könnte, daß die Essigsäurekonzentration auch

im Fertigerzeugnis höher ist. Der theoretische Essigsäuregehalt beträgt 1,92 % bzw. 1,74 % bei 2,5 bzw. 2,1 % Essigsäure im Endgarbad. Bei längerer Lagerung scheint die Bombage zum Teil wieder später einzusetzen, eine Erscheinung, zu der wir im Augenblick noch keine Erklärung geben möchten. Es ist evtl. daran zu denken, daß nach dem Aufbrauch einer Aminosäure ein Wechsel der Flora eintritt und mit ihm der Angriff einer anderen Aminosäure beginnt.

Zum anderen scheint sich eine kalte Lagerung der Marinaden im Garbad bei 2,1 % Essigsäure günstiger, bei 2,5 % Essigsäure dagegen, zumindest im Anfang, teilweise ungünstiger auszuwirken, vermutlich, weil die Schädigung der enzymatischen Hydrolyse, auf die wir in einer späteren Veröffentlichung noch eingehen werden, durch den höheren Säuregrad, verbunden mit einer höheren Temperatur, stärker ist als bei niedrigerem Säuregrad.

Ein Zusammenhang mit dem Auftreten der Glutaminsäure ist evident, aber auch an einen Einfluß des Keimgehaltes decarboxylierender Organismen muß gedacht werden, der abhängig ist vom Auftreten der Aminosäuren. Nähert sich der Keimgehalt seinem Maximum, ist also das Enzymsystem der Bakterien in voller Entwicklung, so haben Milieuänderungen so leicht keinen entscheidenden Einfluß mehr auf den Ablauf der Prozesse.

Bei der pH-Titration ändert sich der Steigungswinkel der Tangente im Bereich des Neutralisationspunktes, ausgedrückt im Verbrauch von Natronlauge zwischen pH 7,0 und 8,8 im Laufe der Lagerung, wobei die Erhöhung der Temperatur verstärkend wirkt; zwischen den Reihen mit 2,1 und 2,5 % Essigsäure scheint kein wesentlicher Unterschied zu liegen.

In der vorletzten Spalte der Tabellen haben wir jeweilig die Differenz aufgetragen, die sich aus dem eingestellten Wert für die Essigsäure, dem „Sollwert", und der durch direkte Titration mit Phenolphthalein als Indikator ermittelten Essigsäurekonzentration, dem „Istwert", ergibt. Sie nimmt in gleicher Weise zu, wie sich die Steigungswinkel der Tangente ändern. Sobald jedoch eine Decarboxylierung von Aminosäuren einsetzt, sind die Differenzwerte nicht mehr zu verwenden, da durch die entstehenden Abbauprodukte ein Teil der Säure abgebunden wurde. Der Steigungswinkel ist hiervon, wenn überhaupt, kaum abhängig, da er im Bereich des Neutralisationspunktes liegt, wo die Höhe der Säurekonzentration also keinen Einfluß mehr auf den Verlauf der Titrationskurve hat. Rechnet man die bei der pH-Titration zwischen pH 7,0 und 8,8 verbrauchte Natronlauge in prozentuale Essigsäurekonzentration um, so erhält man annähernd die gleichen Zahlen wie bei der Differenzberechnung, wenn man von den Fällen absieht, wo Decarboxylierungen eintraten. Daraus ergeben sich Hinweise, daß die hierbei auftretenden Puffersubstanzen sich wohl in erster Linie im aufsteigenden Ast der Titrationskurve im Bereich des Neutralisationspunktes auswirken.

Eine unmittelbare Relation der Ergebnisse der Titrationskurven zu den Daten der Papierchromatographie und des Gärröhrchentestes ist noch nicht gegeben. So stellt man in der Reihe mit 2,1 % Essigsäure beispielsweise fest, daß das erste Auftreten von Glutaminsäure bzw. das erste positive Ergebnis im Gärröhrchentest bei 2 bis 4° C einem Titrationswert von 2,05 ml, bei 12 bis 14° C von 2,6 ml und bei ZT von 3,1 ml entspricht. Nimmt man umgekehrt als „kritischen Punkt" einen Titrationswert von 2 ml an, entsprechend den Verhältnissen bei einer Aufbewahrung bei 2 bis 4° C, so erhält man diesen Punkt bei den höheren Temperaturen schon 20 bzw. 40 Tage früher, als nach den beiden anderen Methoden Anzeichen für eine mögliche Bombage gegeben sind. Solange die Gesetzmäßigkeiten hierfür nicht evident sind, läßt sich ein allgemein brauchbarer Test zum Nachweis von Aminosäure in bedrohlichen Konzentrationen der pH-Titration also nicht entwickeln.

Der Schwund schließlich nimmt in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur zu. Das Ergebnis der Werte hängt von vielen unkontrollierbaren Zufälligkeiten ab und führt somit zu ungenauen Daten, die weitere Aussagen nicht zulassen.*

4. Auswertung der Ergebnisse für praktische Belange

Die papierchromatographischen Untersuchungen zeigen, daß die für die biologisch bedingten Bombagen zuckerfrei hergestellter Marinaden verantwortlichen decarboxylierbaren Aminosäuren im Garbad erst nach relativ später Zeit in gefährlichen Konzentrationen auftreten, wobei eine Erhöhung der Temperatur die Bildung dieser Aminosäuren beschleunigt.

Werden Marinaden, die durch ihre Vorbehandlung im Garbad eine verschieden starke Belastung durch Aminosäuren mitbringen, der Brutschrankprobe, beispielsweise bei 30° C, unterzogen, so zeigt sich deutlich ein Zusammenhang zwischen Aminosäurengehalt und Haltbarkeit. Die Haltbarkeit wird weiter beeinflußt durch die absolute Zahl insbesondere solcher Mikroorganismen im Garbad, die Aminosäuren unter Gasbildung abbauen. Sie finden in dem mildsauren Aufguß der Fertigware noch günstigere Lebensbedingungen und sind nach Durchschreiten der Hauptphase in ihrer enzymatischen Wirkung kaum zu behindern.

Hieraus läßt sich die Empfehlung ableiten, die Marinaden nicht unnötig lange im Garbad aufzubewahren. Da die Freilegung der Aminosäuren auch in der Kälte — und zwar mit Verzögerung — vor sich geht, ist die Lagerung im Kühlhaus nur ein relativer Schutz gegen eine vorzeitige Haltbarkeitsminderung. Hoher Säuregehalt, verbunden mit niedriger Temperatur, hemmt auf alle Fälle die Entwicklung der Mikroorganismen.

* In dieser Arbeit wurde die Vorgeschichte der jeweils verwendeten Rohware nicht berücksichtigt. Es muß damit gerechnet werden, daß Rasse, Fangplatz, Ernährungsart und -zustand, Reifegrad, Fangart und schließlich Lagerungsart und -dauer des gefangenen Herings an Bord und an Land einen Einfluß auf den Verlauf der Umsetzungen beim Marinierprozeß haben können.

Zum Nachweis der Aminosäuren kommt die Papierchromatographie trotz ihrer guten Eignung z. Z. für eine Produktionsüberwachung wohl höchstens für einen Betrieb mit sehr gut eingerichtetem Laboratorium in Frage. Dagegen dürfte der Gärröhrchentest auch mit einfacheren Mitteln durchzuführen sein; es kommt in diesem Zusammenhang auch nicht unbedingt darauf an, zu wissen, welche Aminosäuren im einzelnen vorliegen, sondern ob sie den Schwellenwert für eine Gasfreilegung überschritten haben.

Wird unter sterilen Kautelen gearbeitet, so zeigt der Gärröhrchentest außerdem an, ob das Garbad gegebenenfalls zusätzlich eine Belastung mit gasbildenden Mikroorganismen hat. Da das durchaus nicht immer der Fall sein wird, müssen parallellaufende Proben mit positiv reagierenden Bakterien beimpft werden.

Die Brutschrankprobe wird ihre Bedeutung für einen Überblick über die Haltbarkeit der Produktion behalten. Wir wiesen eingangs darauf hin, daß die Brutschrankprobe der in einen milden Aufguß gelegten und eingedosten Fertigware kein reelles Bild von dem etwaigen Vorhandensein der decarboxylierbaren Aminosäuren geben kann, da die Hydrolyse des Fischfleisches, zumal bei der erhöhten Brutschranktemperatur, weitergehen muß. So werden Kaltmarinaden — ähnliche Verhältnisse beobachtet man bei Anchosen, Salzheringen und Seelachserzeugnissen in Öl — im Brutschrank alsbald weich und zerfallen weitestgehend auch dann, wenn keine mikrobiellen Befunde vorliegen. Wenn die Dosen solcher Präserven also im Brutschrank bombieren, so muß das nicht die Folge im Garbad präformierter Aminosäuren sein, sondern kann zu einem kleineren oder größeren Teil aus dieser „Sekundärhydrolyse" des Fertigerzeugnisses im Brutschrank stammen. Ein zu frühzeitiger Hinweis auf eine mögliche Bombagengefahr dürfte aber eher von Vorteil sein.

Die pH-Titration ist relativ einfach und schnell durchzuführen; es wäre daher besonders wertvoll, wenn sich hieraus Rückschlüsse auf das Vorhandensein von Aminosäuren und speziell von decarboxylierbaren ableiten ließen, um hieraus einen Test für Haltbarkeitsprognosen abzuleiten. Bisher sind die dafür notwendigen Voraussetzungen und Gesetzmäßigkeiten jedoch noch nicht gegeben.

Kreuzer (1953) hat zu dem gleichen Zweck den vorderen Ast der Titrationskurve benutzt. Da dessen Steigungswinkel aber durch die jeweilige Säurekonzentration beeinflußt wird und da, wie wir oben gesehen haben, die puffernden Substanzen sich offenbar mehr im aufsteigenden Ast auswirken, hat dieses Vorgehen nicht sehr viel Aussicht auf Erfolg; nach Mitteilungen aus der Praxis hat es sich auch nicht bewährt.

5. Zusammenfassung

Zum Nachweis der bei der Marinierung von Heringen im Garbad entstehenden decarboxylierbaren Aminosäuren wurden Papierchromatogramme angefertigt und mit ihrer Hilfe in Abhängigkeit von Temperatur und Essigsäurekonzentration deren zeitliches Auftreten ermittelt.

Die Zusammenhänge zwischen Aminosäuren- und Keimgehalt sowie die Wirkung der Essigsäure auf die Mikroflora wurden untersucht und dabei die Decarboxylierung weiterer Aminosäuren festgestellt.

Die Verwendbarkeit des Gährröhrchentestes zur Ermittlung des erreichten Schwellenwertes für die Kohlendioxydfreilegung wurde geprüft sowie der Einfluß des Gehaltes an Aminosäuren und Mikroorganismen auf die Ergebnisse der Brutschrankprobe. Die Möglichkeit einer Ausnutzbarkeit der beim Marinierprozeß auftretenden puffernden Substanzen und ihres Einflusses auf den Verlauf der Säuretitration zur Entwicklung eines Haltbarkeitstestes wird diskutiert.

Die Auswertung der Ergebnisse für die Belange der Praxis wurde in einem besonderen Abschnitt zusammengefaßt.

Dem Betriebswirtschaftlich-Technologischen Institut der Fischindustrie e. V., Hamburg-Altona, sei für die Unterstützung der Arbeit gedankt.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Victor Meyer, Institut für Meeresforschung, Bremerhaven-G.,
Am Handelshafen 12

Tab. 1 a

Marinierversuch Deutscher Trawlhering
ungesalzene Filets, 7 Teile Fisch : 3 Teile Garbad

	2—4° C								12—14° C								ZT							
Nach Tagen	7	20	28	60	98	137	215	277	7	20	28	60	98	137	215	277	7	20	28	60	98	137	215	277
Sollwerte im Endgarbad 2,1 % Essigsäure, 4,75 % Salz																								
Garbad Glutamins.	—	—	—	/	+	*	*	*	—	—	/	+	*	*	*	*	—	+	*	+	/	/	+	+
γ-Aminobutters.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	/	*	*	*	*
Cadaverin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	*	*	*	*
Histamin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	/	/
Gärröhrchentest	—	—	—	/	/	+	+	+ +	—	—	—	+	+	+ +	+	+	—	—	+	+++	+ +	+	+ +	+
hierin γ-Aminobutters.	—	—	—	/	+	+	+	*	—	—	—	+	*	*	*	*	—	—	+	*	*	*	*	*
hierin Cadaverin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*	*	*
hierin Histamin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	/	/
log. Keimzahl	2,1	1,6	—	2,0	—	—	—	—	1,2	—	1,3	1,6	1,3	2,5	4,0	6,2	2,3	2,7	5,0	8,0	8,0	7,5	7,0	6,5
Beg. d. Dosenbombage 30° C Tage	18	20	15	(10)	(10)	15	12	12	18	14	12	(7)	(10)	12	12	11	6	5	6	(3)	9	12		14
pH-Titration 7,0-8,8 ml n/1 NaOH auf 20 ml	0,95	1,30	1,60	2,05	2,30	2,80	2,90	3,80	1,35	2,10	2,15	2,60	3,10	3,10	3,40	4,50	1,95	2,95	3,10	3,50	3,35	3,20	4,50	3,60
Differenz Essigs. Soll/Ist %	0,20	0,50	0,30	0,70	0,80	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,50	0,80	0,80	0,85	1,00	1,10	0,70	0,70	0,90	1,00	0,30	0,20	0,10	0,10
Schwund %	18,4	15,0	14,3	12,5	18,3	25,1	28,1	31,3	19,1	21,8	19,8	23,6	25,1	41,8	34,4	42,8	25,9	33,3	41,2	42,8	44,2	46,9		56,6

Zeichenerklärung: — keine Anzeichen / schwache Anzeichen + deutliche Anzeichen * Anzeichen mindestens in Höhe der Vergleichs-Aminosäure (0,25 %) In Klammern ( ) gesetzte Daten wurden nur annähernd ermittelt.

Tab. 1 b

Marinierversuch Deutscher Trawlhering
ungesalzene Filets, 7 Teile Fisch : 3 Teile Garbad

	2—4° C								12—14° C								ZT							
Nach Tagen	7	20	28	60	98	137	215	277	7	20	28	60	98	137	215	277	7	20	28	60	98	137	215	277
Sollwerte im Endgarbad 2,5 % Essigsäure, 5,7 % Salz																								
Garbad Glutamins.	—	—	—	/	/	/	*	*	—	—	/	+	*	*	*	*	—	—	+	+	*	*	*	*
γ-Aminobutters.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cadaverin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Histamin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gärröhrchentest	—	—	—	—	—	/	—	—	—	—	—	—	/	—	—	—	—	—	—	+ +	+	—	—	/
γ-Aminobutters.	—	—	—	/	/	/	—	—	—	—	—	/	+	/	—	—	—	—	—	*	+	/	—	/
Cadaverin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Histamin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
log. Keimzahl	2,4	—	—	1,5	—	—	—	—	2,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,9	2,0	3,0	7,2	7,1
Beg. d. Dosenbombage 30° C Tage	30	30	21	12	(12)	28	21	17	34	31	24	(16)	14	26	21	16	39	35	(20)	(11)	15	17	12	21
pH-Titration 7,0-8,8 ml n/1 NaOH auf 20 ml	1,10	1,50	1,45	1,80	2,00	2,10	3,20	2,70	1,30	1,80	2,00	2,30	2,80	2,95	3,60	3,40	2,05	2,60	3,45	3,35	3,25	3,60	3,50	3,60
Differenz Essigs. Soll/Ist %	0,40	0,50	0,50	0,70	0,70	0,90	1,00	0,90	0,60	0,65	0,60	0,90	0,70	1,00	1,10	1,00	0,60	1,00	1,10	1,20	1,00	1,10	1,20	0,90
Schwund %	18,4	12,7	15,5	13,6	15,3	21,3	25,9	25,1	21,2	18,6	21,5	22,9	21,4	30,6	30,6	26,5	26,8	28,3	39,8	38,3	38,1	54,4	47,3	46,9

Zeichenerklärung: — keine Anzeichen / schwache Anzeichen + deutliche Anzeichen * Anzeichen mindestens in Höhe der Vergleichs-Aminosäure (0,25 %) In Klammern ( ) gesetzte Daten wurden nur annähernd ermittelt.

Bramstedt, F. 1960. Vortrag gehalten auf der Jahrestagung des Ernährungswissenschaftlichen Beirats der deutschen Fischwirtschaft.

Florkin, M. 1955. Vortrag gehalten am 22. 2. vor dem Ärztlichen Verein Hamburg.

Kreutzer, R. 1953. Vortrag gehalten auf der GdCh-Tagung der Fachgruppe Lebensmittelchemie in Hamburg. Ref. Angew. Chemie **65,** 562.

— 1957. Untersuchungen über den biologisch bedingten Verderb von Fischwaren und seine Verhinderung I. Arch. f. Fischereiw. **8,** 104—139.

Meyer, V. 1956. Probleme des Verderbens von Fischkonserven in Dosen II. Aminosäurendecarboxylase durch Organismen der Betabacterium-Buchneri-Gruppe als Ursache bombierter Marinaden. — Veröff. Inst. f. Meeresforsch. Bremerhaven IV, 1—16.

— 1959. Die Verteilung der Essigsäure im Garbad von Marinaden und ihre Bestimmung mittels Wasserdampfdestillation. Deutsche Lebensm.-Rdschau, Heft 8, 193—197.

— 1961. Die Berechnung des Essigsäure- und Salzgehaltes für Frischgarbäder bei verschiedenen Fisch-Garbad-Verhältnissen. Allg. Fischwirtschaftszeitg. Jahresheft 1961, 158—160.

Ranke, E. & B. und F. Bramstedt 1955: Über ein bei Seefischen vorkommendes Peptid. — Arch. f. Fischereiw. **6,** 343—345.

Shewan, J. M. und N. R. Jones 1957. Chemical changes in cod muscle during chill storage and their possible use as objective indices of quality. — J. Sci. Food Agric. **8,** 491—498.

Über die Erosion und den Sedimenttransport am Knechtsand und Eversand

(nördliche Wesermündung)

von Hans Lüneburg

mit 6 kartographischen Darstellungen

Zur Ergänzung der bisher in den ufernahen Wattgebieten des Weserästuars durchgeführten hydrographischen und chemischen Untersuchungen wurden vom Frühjahr 1958 bis zum Beginn des Jahres 1960 Messungen der Niveauveränderungen auf den äußeren hohen Sänden des Mündungsgebietes vorgenommen. Die Untersuchungsgebiete waren der Große Knechtsand und der Eversand vor der Wurster Küste nördlich Bremerhaven. Außerdem wurde der oberflächennahe Sedimenttransport im Vorfeld der eigentlichen Hochsände an einigen markanten Punkten untersucht.

Lage und Topographie der untersuchten Außensände (s. Übersichtskarte). Das Kerngebiet des Großen Knechtsandes, das bei normaler Tide nicht überflutet wird, hat einen etwa nierenförmigen Umriß und erstreckt sich in Südsüdwest- bis Nordnordost-Richtung von der Robins Balje im Süden etwa 3 km lang zum Außentief der Till im Norden. Die westliche Begrenzung ist durch die vorgelagerten Watten und Wasserläufe recht scharf, während der Sand sich nach Osten sanfter neigt und weniger deutlich abgegrenzt ist. Die Breitenerstreckung beträgt in der Mitte des Sandes etwa 1 km. Am Südende stand ein in einem Betonsockel verankertes hohes Kreuz, dessen Lage auf der deutschen Seekarte Nr. 2 angegeben ist und das bei unseren Untersuchungen als Peilpunkt benutzt werden konnte. Nach Abschluß der Messungen fiel das Kreuz im Herbst 1960 auf dem rückläufigen Südweststrand einem Sturm zum Opfer und wurde mitsamt dem Sockel aus dem Boden gerissen.

Der Hochsand erhebt sich etwa 30 cm über MThw und besteht aus Sedimenten mit durchschnittlich 150 bis 200 μ Korngröße, denen zahlreiche Muschelschalen, vor allem von *Mya Arenaria* und *Macoma Baltica* und *Cardium Edule* beigemischt sind. Dünen waren ursprünglich nicht vorhanden, entwickelten sich aber auf dem Südende seit 1959 nach Ausbringung umfangreicher Buschwerkzäune gut und sturmüberdauernd in Mannshöhe.

Etwa in der Mitte der Länge ist die Oberfläche in ostwestlicher Richtung eingesenkt. In der Beobachtungszeit wurde diese zunächst sehr schwache Senke auf etwa 4—5 dm Tiefe und 50 m Breite prielartig vertieft und dient neuerlich nach Sturmfluten und westlichen Springtiden als Abflußrinne für die ostwärtigen Teile des Sandes. Es ist dies eine recht bedenkliche Entwicklung, die auch noch nach 1960 angehalten hat.

Der Knechtsand ist bereits auf alten Karten eingezeichnet, und wenn in den letzten Dezennien offenbar eine fortschreitende Erosion erfolgte, so scheint die Grundstruktur doch verhältnismäßig stabil zu sein. Diese kann einerseits durch die großräumigen dynamischen Gegebenheiten, andererseits aber durch die Tatsache bedingt sein, daß in etwa 1—2 m Tiefe ein durchgehender Horizont einer wenige dm mächtigen festen Kleischicht vorhanden ist, die zu einer fossilen Marsch gehören dürfte und den erodierenden Kräften erheblichen Widerstand bietet. — Eine eingehendere Untersuchung dieser Schicht wäre sicher interessant, da ein gefundener Grassodenschneider und ein geschlossener Brunnenring aus Grassoden von etwa 1,5 m Durchmesser auf frühere Besiedlung bzw. Nutzung hinzudeuten scheinen.

Die den Sockel des Knechtsandes im Süden begrenzende Robins Balje (s. Karte 2) ist über 10 m tief, einige km breit und weist starke Tideströmungen auf. Von ihr zweigt in nördlicher Richtung ein Großpriel, das sogenannte „Kleine Hundeloch", ab, der die Westschorre des Hochsandes begrenzt. Dieser Priel ist in seiner Nordsüd-Richtung durch eine dynamisch bedingte Sedimentbarre am Ende des südlichen Drittels unterteilt. Der Barre entspricht ein Vorsprung, die sogenannte „Huk", auf der westlichen Schorre des Sandes. Nach eigenen Strombeobachtungen kann der südliche Abschnitt des Kleinen Hundeloches als „Flutarm" (Van Veen 1950), der Abschnitt nördlich der Barre als „Ebbarm" bezeichnet werden, der in erster Linie am Ende der Ebbtide die von den westlichen Wattflächen in östlicher Richtung abfließenden Wassermassen aufnimmt.

Im Norden bleibt das große Till-Tief in beträchtlichem Abstand von dem hohen Sand. Die Wasserscheide zwischen Robins Balje und Till lag bisher an der in Karte 2 gekennzeichneten Stelle, verlagerte sich aber, wie spätere Ermittlungen ergaben, bis zum Frühjahr 1961 um etwa 300 m in südlicher Richtung, wobei die progressive Ostwest-Senke angeschnitten worden ist, also nunmehr nach Norden entwässert.

Es sei erwähnt, daß die das Untersuchungsgebiet berührenden Wassermassen durchschnittliche Salzgehalte von 25‰ und etwas darüber aufweisen. Die Brackwässer der Außenweser streichen im allgemeinen weit im Südwesten des Gebietes beiderseits der Tegeler Plate nach See ab (s. Abb. 1).

Der hohe Eversand (s. Abb. 3) ist mit 700 m Länge in Nordsüd-Richtung und einer Breite von rund 100 m wesentlich kleiner. Sein Sediment gleicht, auch mit der Beimischung von Muschelschalen, dem des Knechtsandes, jedoch fehlt eine unterlagernde Kleischicht. Er stellt eine strandwallartige, ostwandernde Erhebung auf einem sandigen Watt dar, das seinerseits im Westen und Südwesten durch das Dwarsgatt, im Norden durch einen ostwestlich gerichteten Priel begrenzt ist. Die erwähnten Muschelschalen des Hochsandes liegen im allgemeinen in einer 10—20 cm mächtigen Schicht der sandigen Unterlage auf. Die Westseite ist brandungsexponiert, wäh-

rend bei fortschreitender Flut das über das ostwärtige Sandwatt abfließende Wasser als Leewirbel einströmt. Die aus dieser Lage zu erschließende Instabilität des hohen Sandes wird bestätigt durch Mitteilungen der ortskundigen Fischer, nach denen der Sand erst während des vergangenen Jahrzehnts sichtbar wurde.

Zur Ergänzung der Beobachtungen wurde im Sommer 1959 gelegentlich die dem Eversand im Nordwesten vorgelagerte Tegeler Plate aufgesucht (s. Abb. 1), die jedoch nur bis 1 m unter MThw aufragt und mit ihrem östlichen Teil steil zur Tegeler Rinne abfällt.

Methoden

Für die Messung der Niveauveränderungen wurden auf beiden Sänden und auf ihren Schorren Pegelstationen eingerichtet. Es handelt sich um die Stationen 1—7 und 9 und 11—14 auf dem Knechtsand und um die Stationen 1—10 auf dem Eversand (s. Abb. 2 und 3). Diese Stationen wurden in unregelmäßigen Zeitabständen von 1—2 Monaten bei und nach den verschiedensten Wetterlagen aufgesucht. Die Pegel bestanden aus mindestens 1,5 m langen, zugespitzten Eisenstangen von nur 1 cm Durchmesser (geringer dynamischer Widerstand), die über 1 m tief eingeschlagen wurden. Das obere Ende war mit einer eingefrästen Zentimeterskala versehen (von oben nach unten numeriert), an der, ausgehend vom Tag der Setzung, Niveauveränderungen abgelesen werden konnten; die Angaben beziehen sich also nicht auf einen festen Horizont.

Die Pegel haben sich während der zweijährigen Beobachtungszeit gut bewährt; Zerstörungen durch Brandung oder Treibgut waren selten, Auskolkungen traten bei dem geringen Durchmesser nur unwesentlich in Erscheinung. Sie konnten bei den Ablesungen leicht berücksichtigt werden.

Im Wattenvorfeld beider Sände wurden jeweils an 5 fest markierten Punkten (die Stationen 8, 10, 15 und 16 auf dem Knechtsand und die Stationen 11—15 auf dem Eversand) Messungen über die Wanderung der oberflächennahen Sedimente mit Hilfe der Blausandmethode (Wasmund sowie Lüneburg 1956) durchgeführt.

Auf der Tegeler Plate wurden in der Nähe des Ostrandes später als auf den beiden hohen Sänden 6 Pegel ausgebracht; eine Sedimentwanderung wurde hier nicht bestimmt.

Beobachtungen auf dem Knechtsand

Die Niveauveränderungen.

Die 12 Pegelstationen des Knechtsandes lassen sich auf Grund von 98 Ablesungen in die folgenden drei Gruppen zusammenfassen (Abb. 2):

1. Meßpunkte 1—7 auf dem Westteil des hohen Sandes (Tab. 1), die in zwei Schnittlinien angeordnet sind.

Insgesamt hat in diesem Bezirk eine Absenkung des Niveaus um durchschnittlich 20 cm stattgefunden. Die Absenkung erfolgt an benachbarten

Stationen nicht zeitlich gleichmäßig, sondern zeigt teilweise beträchtliche Fluktuationen. Diese Absenkung betrug z. B. am 21. 10. 1958 an den Stationen 1 und 7 nach einem schweren Nordwest-Sturm (vom 16. 10. 1958) 20 cm, um dann bis zum Ende der Beobachtungszeit um weitere 10 cm zuzunehmen. Weitere Details mögen der Tab. 1 entnommen werden. — Ein Jahr nach Abschluß der Messungen konnte festgestellt werden, daß der gesamte Südweststrand im gleichen Ausmaß wie eben festgestellt, weiter rückläufig geblieben ist.

2. Meßpunkte 11 und 12 auf der westlichen Huk der Schorre.

Das Gebiet liegt im allgemeinen über MThw, wird jedoch bei westwindbedingten Springtiden überflutet. Die Ablesungen (Tab. 1) ergaben teilweise beträchtliche Fluktuationen des Niveaus, im Endeffekt nach mehr als einjähriger Beobachtung jedoch keine Absenkung. Es handelt sich bei den Fluktuationen um ein Durchwandern von kleinen Strandwällen.

3. Meßpunkte 9, 13 und 14 auf dem eigentlichen Hochsand.

Von diesen zeigen die beiden südlicher gelegenen Punkte 9 und 13 geringe Fluktuationen und summarisch keine Absenkung, Punkt 14 liegt dagegen im Bereich der obenerwähnten ostwestlich gerichteten Prielsenke, die seit dem Spätherbst 1958 eine fortschreitende Erosion zeigt und neuerlich als Abflußrinne für die östlichen Teile des Sandes nach Überflutung dient. Auch hier mögen weitere Details der Tab. 1 entnommen werden.

Die Sedimentwanderungen.

Die Messung der Sedimentwanderung erfolgte an den markierten Stationen 8, 10, 15 und 16 im westlichen Vorfeld des hohen Knechtsandes in insgesamt elf Fällen, und zwar wurden unterschiedliche Jahreszeiten und sehr verschiedene Wetterlagen berücksichtigt.

Bei Station 8 wurde mit 5 Messungen zwischen Juni 1958 und Mai 1959 eine ausgeprägte Verdriftung nach Norden festgestellt, die selbst bei nördlichen bis nordöstlichen Winden wirksam war (Abb. 4 unten). Diese Verdriftung des Sediments wird durch die von Bord des verankerten Kutters aus beobachteten Strömungsverhältnisse bedingt. In das Kleine Hundeloch, in dessen östlichem Bereich die Station 8 liegt, setzt ein vehementer, nordwärts gerichteter erster Flutstrom mit 2—3 Knoten Geschwindigkeit, die dann mit steigender Tide abnimmt. Dieser erste heftige Flutschwall ist für den Transport des Oberflächensediments verantwortlich, denn die entgegengesetzte Ebbströmung erreicht erst gegen Ende der Ebbtide größere Geschwindigkeiten und verläuft mehr im eigentlichen Prielbett. Der unterschiedliche Verlauf von Flut- und Ebbstrom ist aus der Rechtsablenkung infolge der Corioliskraft zu erklären.

Südlich der Station 8 führt die starke Flutströmung häufig zu ausgeprägten, einige 100 m langen und breiten Strombankfeldern (Strömungsrippeln), die bei einer Wellenlänge von 3—4 m und einer Höhe von rund 1 m von Südosten nach Nordwesten wandern (1—2 m pro Tag nach eigenen Messun-

gen). Der Rippelsteilhang ist ebenfalls nach Nordwesten gerichtet (Häntzschel 1938 und Van Straaten 1950).

Die zur gleichen Zeit an Station 10 vorgenommenen Messungen ergaben dagegen einen eindeutig nach Süden gerichteten Transport (Abb. 4 oben). Diese Station liegt südlich des von der Schorre des Knechtsandes nach Westen ragenden Vorsprunges, der sogenannten „Huk". In der durch die Huk und die Schorre gebildeten Bucht erzeugt der eindringende Flutstrom einen Neerstrom, der durch Ausbringung fluoreszierender Farbstoffe sichtbar gemacht werden konnte und durch seinen nach Süden gerichteten Verlauf den beobachteten Sedimenttransport bewirkt.

Man sollte eigentlich annehmen, daß die starke Flutdynamik mit entsprechendem Neerstrom den wenige 100 m langen und nur etwa 50 m breiten Sandvorsprung, den die Huk darstellt und der sich kaum über MThw erhebt, in Kürze fortspülen würde. Unsere zweijährigen Beobachtungen ergaben jedoch — von geringfügigen Nordsüd-Schwankungen abgesehen — eine beträchtliche Stabilität. Diese dürfte sich, da unterlagernde Kleihorizonte fehlen, aus den topographisch-dynamischen Gegebenheiten des Kleinen Hundeloches erklären. Der südlich der Huk gelegene Teil des Kleinen Hundeloches wurde als Flutarm erkannt, in dem der Flutstrom einen nordwärts gerichteten Sedimenttransport bewirkt, der im Bereich der Huk durch den entstehenden Neerstrom modifiziert wird. Im nördlichen Teil des Kleinen Hundeloches ist der Ebbstrom besonders wirksam und verursacht einen südwärts, in Richtung auf die Huk, gerichteten Transport. — Die einander dynamisch entgegenwirkenden Strömungen im Flut- und Ebbarm bewirken die Entstehung flacher und recht breit entwickelter Barren, deren Strömungsrippeln keinen typischen Flut- oder Ebbhang aufweisen, sondern nach beiden Seiten gleich geneigte Hänge zeigen. Es findet also hier eine Akkumulation von Sedimenten statt. Teilweise wirkt sich diese direkt auf den Bestand der Huk aus, teilweise ist ihre Wirkung indirekt, da die an dieser Stelle geringe Tiefe des Nordsüd gerichteten Wasserlaufes des Kleinen Hundeloches eine verminderte Sperrwirkung gegenüber einem Westost gerichteten Sedimenttransport hat. — In der Folgezeit wurde, bis zum Frühjahr 1961 hin, festgestellt, daß der Neerstrom südlich der Huk dazu führte, daß diese sich noch um etwa 50—100 m weiter nach Süden ausdehnen konnte.

Die Beobachtungen an den Stationen 15 und 16, westlich des Kleinen Hundeloches, fügen sich widerspruchslos in das Gesamtbild ein (Abb. 5).

Sonstige Beobachtungen

Für die hier angeschnittenen Fragen sind zwei weitere Beobachtungen von Bedeutung.

Zu Beginn der Untersuchungen wurden auf dem Knechtsand bei den Stationen 1, 9, 13 und 14 dicke, quadratische Glasplatten von ca. 30 cm Kan-

tenlänge in senkrechter Stellung etwa 30—40 cm tief unter Sandoberfläche eingegraben. Bei einem schweren Nordwest-Sturm am 16. 10. 1958 ging eine entsprechend starke Brandung quer über den hohen Teil des Knechtsandes hinweg, die auf dem Hochsand brandungsparallele Rippeln bis zu 20 cm Höhe bei etwa 4—5 m Abstand hinterließ. Durch die Brandung waren die Glasplatten ausnahmslos aus ihrer ursprünglichen Lage gedreht worden, wobei sie teilweise zerbrochen wurden (die Drehung betrug in allen Fällen 90° und mehr um die horizontale Mittelachse der Glasplatten). Der Hochsand muß also durch das Sturmfluthochwasser wiederholt mindestens bis zu einer Tiefe von 40 cm durchwühlt worden sein.

Auf dem Hochsand kann sehr häufig Flugsand beobachtet werden, der bereits durch Windstärken ab 5 Beaufort ausgelöst wird. — Auf der Huk und der westlichen Schorre ist der Flugsand wegen der größeren Feuchtigkeit seltener und geringer, kann aber bei Zusammentreffen von Niedrigwasser und trockenem, windigem Wetter auch in diesen Bezirken beobachtet werden. Bei den vorherrschenden westlichen Winden kann damit ein teilweiser Ersatz des verwehten Sandes erfolgen.

Diskussion

Die Niveaumessungen auf den beiden südlichen Stationen des Hochsandes (9 und 13) ergaben in der Beobachtungszeit keine Absenkung. Der durch Überflutung bei Sturmfluten und durch Flugsand bedingte Sandhaushalt stellte offenbar in dieser Zeit einen Gleichgewichtszustand dar. Aus den Mitteilungen ortsvertrauter Gewährsleute ergibt sich jedoch, daß im langjährigen Mittel eine Abtragung erfolgt. Dem Defizit des Sandhaushaltes ist in den letzten Jahren durch Errichtung von Buschwerkzäunen südöstlich der Huk entgegengearbeitet worden, so daß sich in diesem Gebiet etwa 1,5 m hohe Dünen sturmflutfest bildeten. Die Maßnahmen wurden u. a. bestimmt durch das Bestreben, den vielen in dem Knechtsandgebiet mausernden Brandgänsen *(Tadorna Tadorna)* und anderen Vögeln sowie Jungvögeln bei Hochflut einen Schutz zu gewähren. Diese Arbeiten wurden auf Betreiben des „Knechtsand-Vereines", Kreis Wesermünde, durchgeführt.

Aus den Messungen am Südwestende des Sandes geht hervor, daß hier eine beträchtliche Erosion erfolgt, die aus den dynamischen Gegebenheiten und der brandungsexponierten Lage zu deuten ist. Diese rückläufige Bewegung hat offenbar auch nach der Beobachtungszeit stattgefunden, denn nach einem schweren Sturm im November 1960 war das große Kreuz, das diese Gegend charakterisierte, verschwunden. Entsprechende Beobachtungen über diese Rückläufigkeit konnten auch noch im Frühjahr 1961 gemacht werden. — Die Regression würde wahrscheinlich noch ausgesprochener sein, wenn nicht die unterlagernde Kleischicht den erodierenden Kräften stärkeren Widerstand böte als der leicht bewegliche Sand. Es kann angenommen werden, daß der Abbau des Knechtsandes von hier aus fortschreiten wird. Die relative Stabilität ist durch ein vorläufig bestehendes

dynamisches Gleichgewicht im Wasserlauf des Kleinen Hundeloches bestimmt; dieses Gleichgewicht kann sich mit fortschreitender Erosion am Südende verschieben. Auch die nach der Beobachtungszeit noch festgestellte Verbreiterung und Vertiefung der Ost-West-Senke, die den hohen Sand unterteilt, spricht für einen Fortgang der Erosion in den mittleren Teilen des Hochsandes.

Da der Knechtsand gewissermaßen ein Wellenbrecher für die weiter ostwärts gelegenen küstennahen Wattgebiete und die Küste selber darstellt, sollten die Erosionsvorgänge kontinuierlich beobachtet werden. Der 1960 von dem „Knechtsand-Verein" errichtete stabile Beobachtungsturm bietet dazu gute Möglichkeiten.

Beobachtungen am Eversand

Die Niveauveränderungen.

Die 10 Pegelstationen des hohen Eversandes (Abb. 3) ergeben auf Grund von 68 Ablesungen vom Herbst 1958 bis zum Spätwinter 1959/60 folgenden Befund:

Einen besonderen Zuwachs zeigen vor allem die Stationen 9 im Nordosten sowie in geringerem Umfang die Station 3 im Südosten des Sandes. An beiden Stellen wandert der Eversand mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von etwa 1—2 m pro Woche (bei westlichen Winden mehr, bei östlichen Winden u. U. gar nicht) in östlicher Richtung auf die Obereversand-Bake zu.

Ein Jahr nach Abschluß der Messungen konnte übrigens festgestellt werden, daß diese Wandergeschwindigkeit eher noch zugenommen hat. — Die erwähnten Stationen 3 und 9 liegen im Schüttungsbereich der bis zu 1 m über das Watt emporragenden Ostschorre des schillreichen Wandersandes (oder großen Strandwalles), daher zeigen diese Stationen zunächst noch ein Ansteigen des Niveaus.

Demgegenüber haben die Stationen 5 und 6 im Endeffekt keine Zunahme oder schon eine geringe Abnahme; bei ihnen ist der erste Schwall der steilen und hohen Ostschorre bereits hindurchgezogen, so daß starke Vertikalveränderungen zur Beobachtungszeit nicht auftreten.

Bei den übrigen 5 Stationen im Südwesten und Nordwesten des Sandes liegt in dem erwähnten Zeitraum eine beträchtliche Niveauabsenkung von 1 oder 2 oder gar bis zu 8 dm vor (Station 8). Diese Stationen befinden sich auf der „Rückseite" der Wanderbewegung in einem Raum, der sich wieder dem früher vorhandenen Wattzustand nähert. — Bei Station 8 hält sich das Sandniveau im ersten Halbjahr der Beobachtungszeit auf etwa gleicher Höhe, um dann, ab Hochsommer 1959, im Verlauf des nächsten Halbjahres stark abzufallen; Station 8 gerät auf diese Weise, nachdem sie im Vorjahr noch auf der Mitte des Hochsandes lag (s. vergl. Darstellung in Abb. 3), schnell in den Einflußbereich des westlichen Vorfeldes.

So spiegelt die verschiedene Vertikalbewegung des Niveaus im Osten, auf der Mitte und im Westen repräsentativ und quantitativ die westöstliche Verlagerung des hohen Eversandes wider. — Weitere detaillierte Einzelheiten mögen der Tab. 2 entnommen werden.

Entsprechende halb- oder ganzjährige Pegelbeobachtungen auf der Tegeler Plate zeigen, daß dort von einer systematischen vertikalen Niveauveränderung nicht die Rede sein kann (Tab. 2). Die Tegeler Plate befindet sich zur Zeit in einem Gleichgewichtszustand.

Die Sedimentwanderungen.

Die Messung der Sedimentwanderung erfolgte je ein- bis zweimal an den Stationen 11, 12 und 13 im östlichen sowie an den Stationen 14 und 15 im westlichen Vorfeld des hohen Eversandes (Abb. 3).

Vier Einzelmessungen auf der Ostseite des Sandes werden repräsentativ dargestellt durch eine am 28. und 29. 1. 1959 bei südlichen Winden Stärke 3 durchgeführte Sedimenttransport-Untersuchung bei der Station 12, wie sie in Abb. 6 oben zur Darstellung gelangt. Trotz südlicher Winde an beiden Beobachtungstagen zeigt sich eine intensive Verlagerung der Oberflächensedimente des Wattes (schmale Ausbildung der entsprechenden Isolinien) nach Südwesten, d . h. in Richtung auf den Hochsand zu; in drei weiteren Fällen konnte eine ähnliche Westverlagerung trotz gelegentlicher starker westlicher Winde festgestellt werden. Diese Tatsache ist ein Ausdruck für die transportkräftige Leewirbelbildung über Flut östlich des Hochsandes. Die steile Ostschorre sowie der ganze Hochsand wandern also nicht nur auf Grund einer starken Brandung bei westlich beeinflußtem Springhochwasser ostwärts, sondern außerdem infolge des vom Leewirbel bedingten Herantransportes von Oberflächensedimenten des östlichen Sandwattes. Wie weit diese beiden Faktoren eine kontinuierliche Verlagerung bis beispielsweise an die im Osten belegene Bake heran gewährleisten werden, ist noch eine offene Frage.

Im westlichen Vorfeld drängt das Sediment dagegen mit den ersten intensiven Flutimpulsen, die von Nordwesten herankommen, uferparallel nach Süden, wie dies bei Station 14 (Abb. 6 unten) sehr klar zum Ausdruck kommt. Trotz östlicher Winde Stärke 5 setzt das Sediment in der Zeit vom 29. zum 30. 4. 1959 eindeutig nach Süden. Ähnliches wurde ebenfalls an der Station 15 zwei Monate später festgestellt. Letzten Endes liefert das auf diese Weise von Nordwesten mit der ersten Flut herankommende Sediment, das später in den erwähnten Leewirbel übergeht, einen Teil des in der Ostschorre des Sandes akkumulierten Sedimentes.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß der kleine, hohe Eversand einen Strand- oder Brandungswall darstellt, der sich in einem hydrodynamischen und damit sedimentdynamischen zyklonalen Wirbel nach Osten mit einer Geschwindigkeit verlagert, die etwa zwischen 50 bis 100 m pro Jahr beträgt.

Zusammenfassung

Durch Pegelmessungen und Blausandverfahren wurden Aufschlüsse über Niveauveränderungen und Sedimenttransport am Knechtsand und Eversand erhalten.

Der Knechtsand wird an der SW-Ecke erodiert und ist in seinem Westteil durch einen neuentstandenen Priel durchschnitten worden.

Der Eversand ist ein temporärer Strandwall, der jährlich um etwa 50—100 m nach Osten verlagert wird.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Hans Lüneburg, Institut für Meeresforschung, Bremerhaven-G.,
Am Handelshafen 12

Tabelle 1

Niveaumessungen auf dem Großen Knechtsand

Stations-nummer der Abb. 2	30. 5. 58	16. 6. 58	25. 8. 58	21. 10. 58	6. 11. 58	4. 12. 58	18. 12. 58	1. 4. 59	14. 5. 59	12. 8. 59	21. 3. 60	Gesamte Niveauveränderung
1	Start	— 3 cm	± 0 cm	— 20 cm	+ 6 cm	± 0 cm	± 0 cm	— 3 cm	— 3 cm	+ 1 cm	— 10 cm	— 32 cm in 23 Monaten
2					Start	+ 1 cm	— 4 cm	— 17 cm	± 0 cm	— 12 cm	Pegel zerstört	— 32 cm in 10 Monaten
3			Start	± 0 cm	— 3 cm	— 1 cm	+ 1 cm	± 0 cm	— 1 cm	— 11 cm	— 16 cm	— 31 cm in 20 Monaten
4					Start	— 2 cm	— 4 cm	± 0 cm	+ 1 cm	— 15 cm	+ 6 cm	— 14 cm in 17 Monaten
5					Start	+ 1 cm	— 3 cm	— 14 cm	± 0 cm	Pegel	zerstört	— 16 cm in 7 Monaten
6					Start	+ 4 cm	+ 4 cm	± 0 cm	+ 2 cm	+ 22 cm	— 38 cm	— 6 cm in 17 Monaten
7			Start	— 20 cm	± 0 cm	— 8 cm	+ 1 cm	± 0 cm	+ 3 cm	— 9 cm	+ 3 cm	— 30 cm in 20 Monaten
11					Start	± 0 cm	± 0 cm	± 0 cm	— 6 cm	— 10 cm	+ 16 cm	± 0 cm in 17 Monaten
12					Start	— 1 cm	± 0 cm	± 0 cm	— 2 cm	— 3 cm	+ 6 cm	± 0 cm in 17 Monaten
9	Start	+ 1 cm	± 0 cm	—	± 0 cm	— 2 cm	— 2 cm	+ 7 cm	± 0 cm	— 2 cm	— 4 cm	— 2 cm in 23 Monaten
13	Start	+ 1 cm	± 0 cm	—	± 0 cm	± 0 cm	± 0 cm	± 0 cm	± 0 cm	— 3 cm	— 1 cm	— 3 cm in 23 Monaten
14	Start	+ 1 cm	± 0 cm	—	± 0 cm	— 2 cm	— 5 cm	— 6 cm	± 0 cm	± 0 cm	— 2 cm	— 14 cm in 23 Monaten

Tabelle 2

Niveaumessungen auf dem Eversand und der Tegeler Plate

Stations-nummer der Abb. 3	7. 10. 58	27. 10. 58	20. 11. 58	29. 12. 58	28. 1. 59	18. 3. 59	30. 4. 59	30. 6. 59	9. 10. 59	18. 3. 60	Gesamte Niveauveränderung
1						Start	— 3 cm	— 5 cm	— 6 cm	— 2 cm	— 16 cm in 13 Monaten
2	Start	+ 1 cm	+ 2 cm	— 2 cm	— 16 cm	— 3 cm	— 3 cm	+ 1 cm	— 4 cm	— 1 cm	— 25 cm in 18 Monaten
3						Start	— 1 cm	+ 5 cm	— 3 cm	+ 2 cm	+ 3 cm in 13 Monaten
4		Start	+ 1 cm	± 0 cm	— 12 cm	— 2 cm	± 0 cm	+ 1 cm	— 2 cm	— 8 cm	— 22 cm in 18 Monaten
5		Start	+ 2 cm	— 1 cm	± 0 cm	— 2 cm	± 0 cm	+ 2 cm	— 3 cm	+ 1 cm	— 1 cm in 18 Monaten
6						Start	+ 2 cm	— 4 cm	— 3 cm	— 2 cm	— 7 cm in 13 Monaten
7			Start	± 0 cm	+ 6 cm	— 4 cm	— 2 cm	+ 5 cm	+ 16 cm	— 32 cm	— 11 cm in 17 Monaten
8			Start	+ 3 cm	— 7 cm	— 1 cm	—	— 1 cm	— 64 cm	— 11 cm	— 81 cm in 17 Monaten
9						Start	+ 1 cm	+ 7 cm	— 2 cm	+ 11 cm	+ 17 cm in 13 Monaten
10						Start	— 1 cm	± 0 cm	± 0 cm	— 8 cm	— 7 cm in 13 Monaten
Tegel Zentrum							Start	— 1 cm	± 0 cm	+ 6 cm	+ 5 cm in 12 Monaten
Tegel Nord							Start	— 10 cm	+ 4 cm	Pegel zerstört	— 6 cm in 7 Monaten
Tegel Nordwest							Start	+ 2 cm	— 2 cm	± 0 cm	± 0 cm in 12 Monaten
Tegel West							Start	+ 1 cm	+ 2 cm	Pegel zerstört	+ 3 cm in 7 Monaten
Tegel Südwest							Start	+ 1 cm	— 1 cm	— 4 cm	— 4 cm in 12 Monaten
Tegel Süd							Start	— 3 cm	+ 2 cm	+ 5 cm	+ 4 cm in 12 Monaten

Fischer, O. 1955. Landgewinnung und Landerhaltung in Schleswig-Holstein. — Sonderprobleme des Küstensaumes. Dietrich-Reimer-Verlag. Berlin. Bd. 1.

Griesseier, H. 1959. Über die Verwendung von Luminoforen beim Studium der litoralen Materialbewegungen. Acta Hydrophysica. Akademie-Verlag. Berlin. Bd. VI. Heft 1. S. 5—42.

Hansen, K. 1951. Preliminary Report on the Sediments of the Danish Waddensea. Medd. Dansk. Geol. Forening. Copenhagen. Bd. 12. S. 1—26.

— 1952/53. The Sediments and the Transport of Debris in the Graadyb Tidal Area. Geogr. Tidsskrift. Copenhagen. Bd. 52. S. 69—82.

— 1956. The Sedimentation along the Römö-Dam. Medd. Dansk. Geol. Forening. Copenhagen. Bd. 13. Heft 2. S. 112—117.

Häntzschel, W. 1938. Bau und Bildung von Groß-Rippeln im Wattenmeer. Senckenbergiana 20. S. 1—42.

Jarke, J. 1956. Eine neue Bodenkarte der südlichen Nordsee. Deutsche Hydrographische Zeitschrift. Hamburg. Bd. 9. Heft 1.

Lüneburg, H. 1956. Untersuchungen des Sedimenttransportes auf einigen Flächen des Wurster Wattes. Veröff. Inst. f. Meeresforschung Bremerhaven. Bremen. Bd. IV. Heft 2. S. 127—152.

— 1960. Die Sedimentverteilung in der Außenweser zwischen Hoheweg und Rotersand. Veröff. Inst. f. Meeresforschung Bremerhaven. Bremen. Bd. VII. Heft 1. S. 1—14.

Nielsen, N. 1935. Eine Methode zur exakten Sedimentationsmessung. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter. — Biol. Medd. Copenhagen. Bd. XII. Heft 4.

— 1938. Et Instrument til Maaling af Sand- og Slamtransport i strömmende Vand. Gegogr. Tidsskrift. Copenhagen. Bd. 41.

Schulz u. Ströhl. 1959. Untersuchung der Sandwanderung im Bereich der deutschen Küste mit radioaktiven Leitstoffen. Deutsche Gewässerkundliche Mitt. Jahrgang 3. Heft 5.

Simon, W. G. 1953. Untersuchungsergebnisse an Grundproben aus dem Gebiet der Elbe zwischen Scheelenkuhlen und Cuxhaven hinsichtlich der Sandwanderung. Mitt. d. Wasser- und Schiffahrtsdirektion Hamburg. Nr. 11. S. 1—153.

van Straaten, L. M. J. U. 1950. Giant ripples in tidal channels. Im „Waddensymposium". Tijdschr. Kon. Nederl. Aardrijksk. Genootschap. Utrecht. S. 76—81.

van Veen, J. 1950. Eb- en vloedschaarsystemen in de Nederlandse getijwateren. Im „Waddensymposium". Tijdschr. Kon. Nederl. Aardrijksk. Genootschap. Utrecht. S. 43—65.

Wasmund, E. Färbung und Glaszusatz als Meßmethode mariner Sand- und Geröllwanderung. Geol. d. Meeres u. d. Binnengewässer. Berlin. Bd. 3. S. 143—172.

Zenkovitch, V. P. 1960. Fluorescent Substances as Tracers for Studying the Movements of Sand on the Sea-Bed. Dock and Harbour Authority. London. No. 471. S. 280—283.

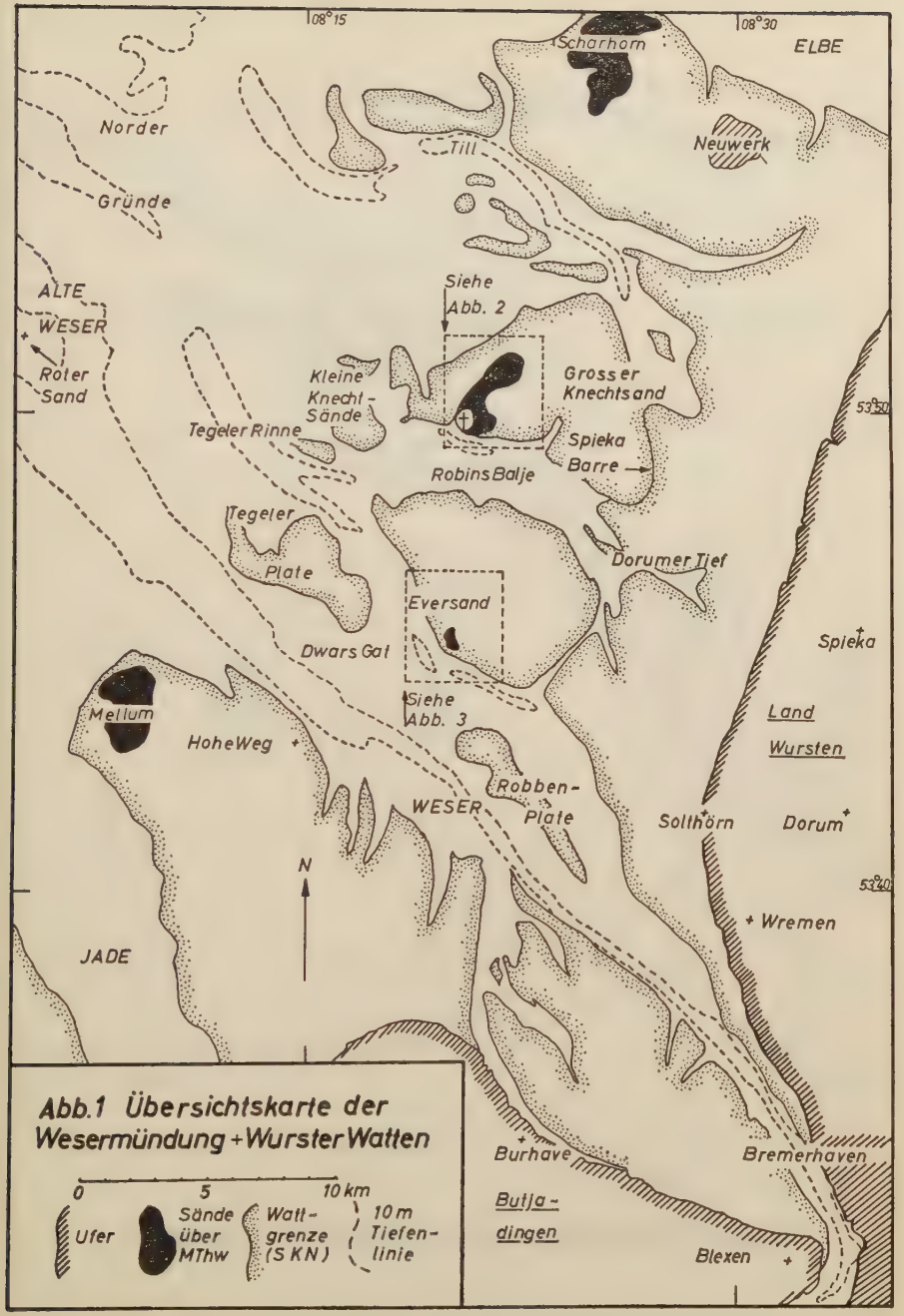


Abb. 1 Übersichtskarte der Wesermündung + Wurster Watten

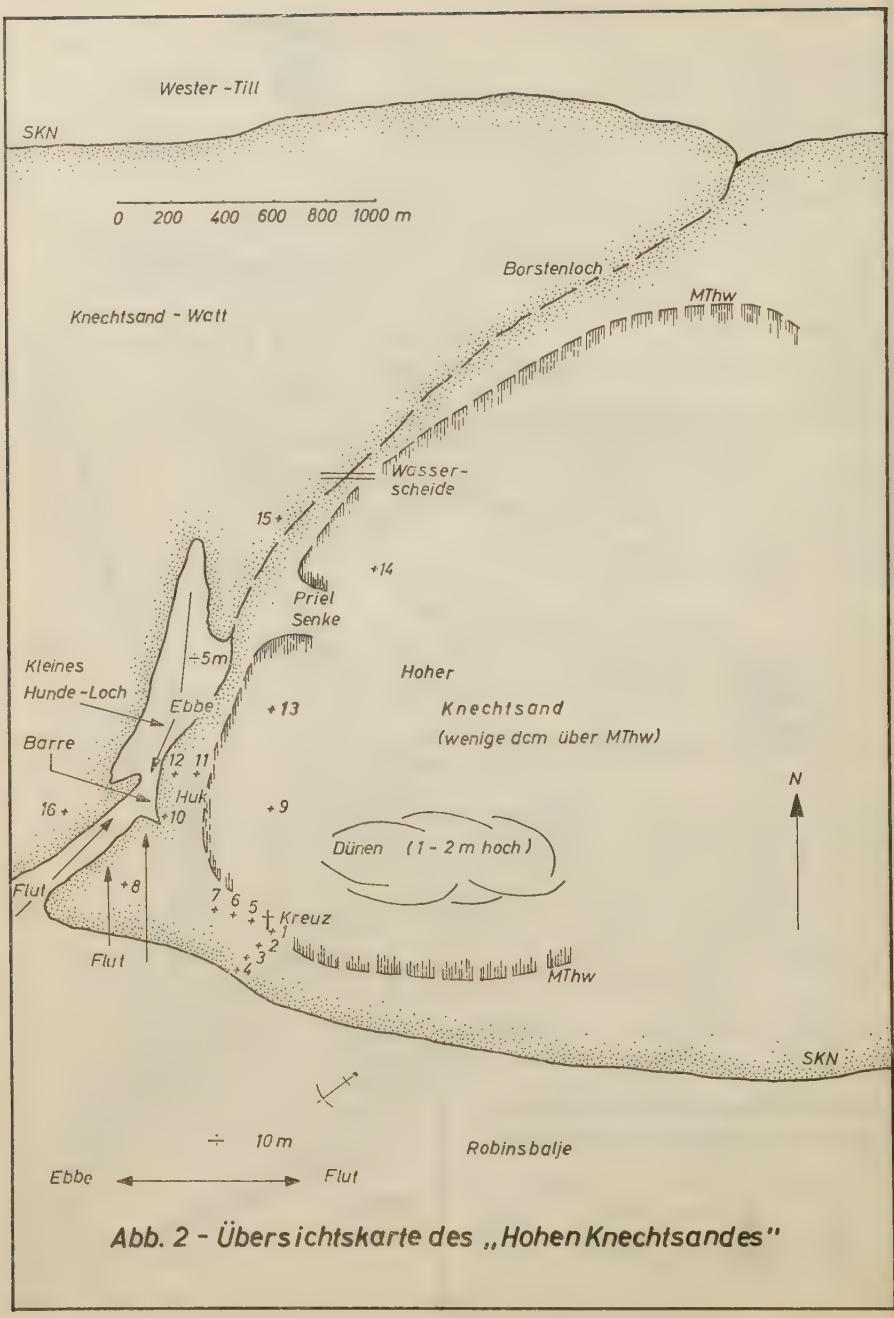


Abb. 2 - Übersichtskarte des „Hohen Knechtsandes"

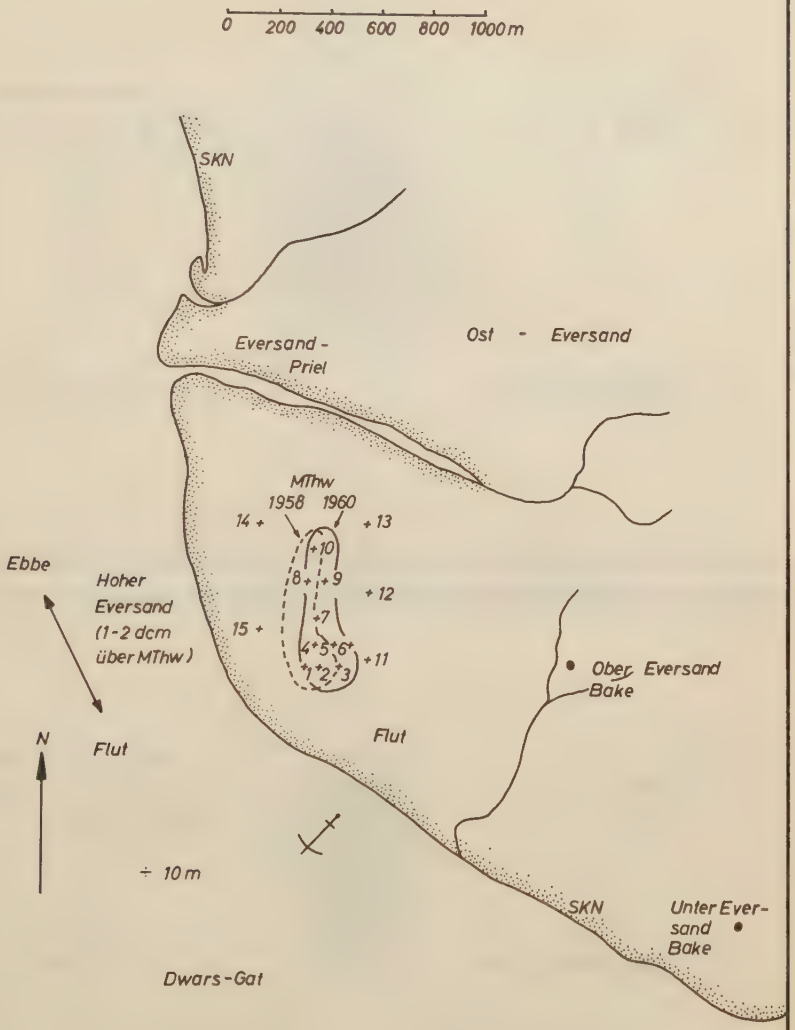


Abb. 3 - Übersichtskarte des „Hohen Eversandes"

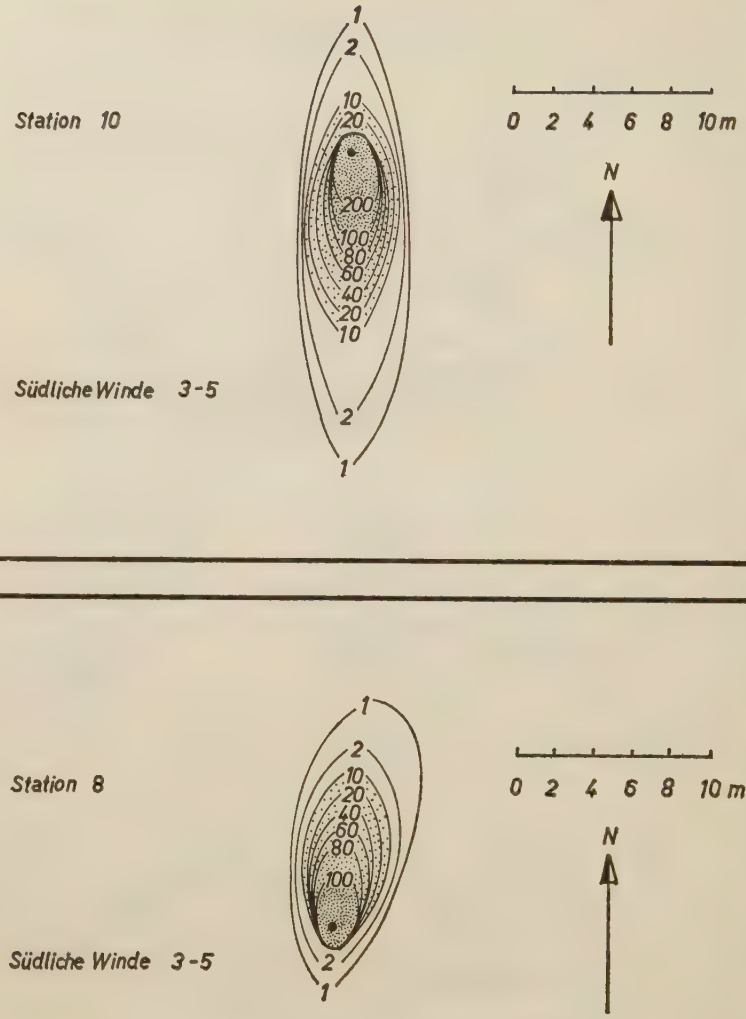


Abb. 4 Sedimenttransport an der Oberfläche der südwestlichen Knechtsand-Watten vom 18. zum 19. Dez 1958
(Die Isolinien verbinden die Punkte gleicher Blaukorn-Anzahl/cm²)

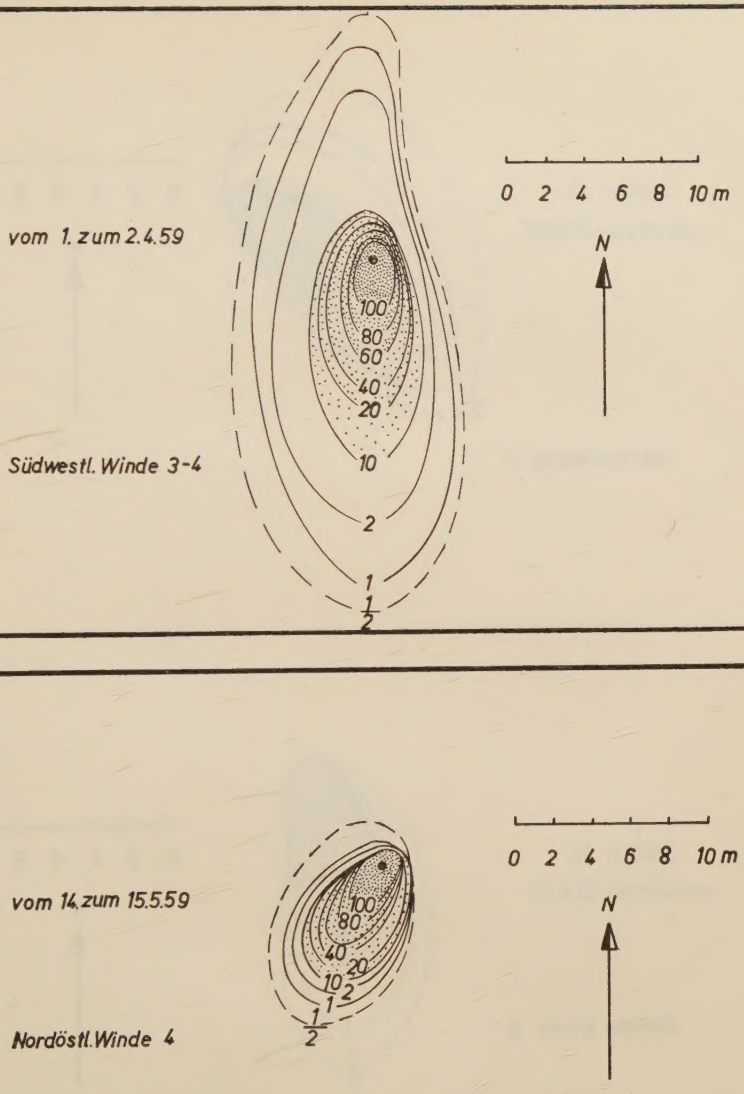
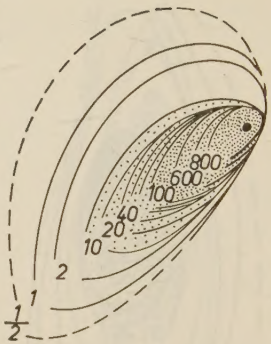
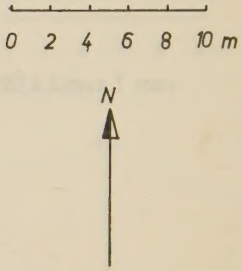


Abb. 5 Sedimenttransport an der Oberfläche der nordwestlichen Knechtsand-Watten bei Station 15

(Die Jsolinien verbinden die Punkte gleicher Blaukorn-Anzahl/cm²)

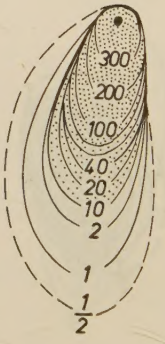
Station 12
vom 28.zum 29.1.59

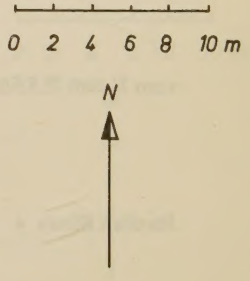




Südliche Winde 3

Station 14
vom29.zum 30.4.59





Östliche Winde 5

Abb. 6 Sedimenttransport an der Oberfläche der östlichen (Stat.12) und nordwestlichen (Stat.14) Eversand-Watten
(Die Jsolinien verbinden die Punkte gleicher Blaukorn-Anzahl/cm²)

Inhaltsverzeichnis

Band VII, Heft 2

Seite

Behre, K. Die Algenbesiedlung der Unterweser unter Berücksichtigung ihrer Zuflüsse 71

Meyer, V. Probleme des Verderbens von Fischkonserven in Dosen VI. Das Auftreten decarboxylierbarer Aminosäuren bei der Herstellung von Marinaden und ihr Nachweis 264

Lüneburg, H. Über die Erosion und den Sedimenttransport am Knechtsand und Eversand 277